



UNIVERSIDADE DO MINHO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E RECURSOS DO MAR

**CURSO DE LICENCIATURA EM
INFORMÁTICA DE GESTÃO**

**TEMA: PROJETO DE REDE DE COMUNICAÇÕES UNIFICADAS
PARA UMA UNIDADE HOTELEIRA**

Autora: Dáfine da Costa Medina, Nº 3825

Orientador: Msc. Emanuel Spencer

Cidade do Mindelo

Julho de 2020

UNIVERSIDADE DO MINDELO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E RECURSOS DO MAR

Dáfine da Costa Medina

PROJETO DE REDE DE COMUNICAÇÕES UNIFICADAS

PARA UMA UNIDADE HOTELEIRA

Monografia apresentada à Universidade
do Mindelo para obtenção do grau de
Licenciatura em Informática de Gestão.

Orientador: Msc. Emanuel Almeida
Spencer

Cidade do Mindelo,

Julho de 2020

Dedicatória

Dedico esta Monografia ao meu tão amado Pai, Paulo Jorge Medina, minha fonte de motivação e inspiração diária.

Agradecimentos

Ao longo desta caminhada foram vários os envolvidos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para o alcance desta grande realização, e de maneira alguma serão esquecidos. Mas, de forma muito especial, agradeço de todo meu coração ao meu querido pai, **Paulo Jorge Medina**, por todos os seus apoios, incentivos e orientações e por nunca ter medido esforços para me ver alcançar conquistas como esta.

Também com imenso carinho, agradeço ao meu companheiro de longa data, **Nelino Pereira**, por todos os bons conselhos e por todo o suporte e companheirismo desde o primeiro dia desta trajetória.

Não poderia deixar também de registrar a minha gratidão ao meu Orientador neste trabalho, Msc. **Emanuel Spencer**, pelas motivações e disponibilidades de sempre.

Aos demais colegas, professores e colaboradores da Universidade do Mindelo, agradeço imensamente a partilha de conhecimentos, troca de experiências e apoios.

A todos, e ao meu grande Deus no céu, o meu

Muito Obrigado!

“Só é digno da Liberdade, como da vida, aquele que se empenha em conquistá-la.”

(Johann Goethe)

RESUMO

O presente trabalho retrata um Projeto de Redes de Comunicações Unificadas a ser implementado numa Unidade Hoteleira, onde o principal objetivo passa por proporcionar comunicações internas ajustadas às necessidades da referida organização e de forma a facilitar a gestão dos diferentes tipos de comunicação, nomeadamente voz, dados e vídeo, integrando os diferentes meios utilizados numa única estrutura de rede.

Este cenário garante, a possibilidade de demonstrar na prática, as diferentes alternativas para a otimização do uso das tecnologias em processos de Gestão Empresarial, uma vez que com o avanço tecnológico, surgem cada vez mais soluções disponibilizadas no mercado, que podem ser adquiridas e implementadas, mas requerendo uma coordenação e administração adequadas, para que seja possível evitar efeitos nefastos, que por sua vez podem originar constrangimentos diversos. Assim sendo, é necessário ter sempre como preocupação fazer com que todas essas soluções se integrem e interagem adequadamente entre si.

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso visa validar que a implementação de um projeto de Rede de Comunicações Unificadas, além de proporcionar os diferentes tipos de comunicações internas, agregando menores custos, consegue melhorar a capacidade produtiva, face à facilidade e à qualidade oferecidas.

Palavras-chave: Comunicações, Partilha, Redes, Protocolos.

ABSTRACT

The present work portrays a Project of an Unified Communication Network to be implemented in a Hotel unit, where the main goal is to provide internal communications adjusted to the needs of the mentioned organization and to facilitate the management of different types of communication, namely voice, data and video, thus integrating the different media into a single structure.

This scenario guarantees the possibility of demonstrating in practice the different scenarios to the optimization of the use of technologies in Business Management processes, for with technological advancement, more and more solutions are being launched in the market. All of them can be acquired and implemented, requiring proper coordination and administration, in order to avoid negative effects that would create disruptions in business environments. In this case, it is imperative to always have the concern to make sure all these solutions integrate and interact properly with each other.

The development of this project aims to validate that the implementation of a Unified Communications project will ensure the promotion of internal communications, adding lower costs while increasing productivity capacity, given the ease and quality of communication they provide.

Keywords: Communications, Sharing, Networks, Protocols.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO.....	14
1.1 JUSTIFICATIVA	15
1.2 PERGUNTA DE PARTIDA	15
1.3 OBJETIVOS.....	16
1.3.1 OBJETIVO GERAL	16
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4 METODOLOGIA.....	16
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	17
CAPÍTULO II: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 Redes de Computadores.....	19
2.2 Os Protocolos.....	21
2.2.1 Modelo de Referência OSI.....	21
2.2.2 Modelo TCP/IP.....	25
2.3 Classificação das Redes	25
2.3.1 Redes LAN – <i>Local Area Network</i>	26
2.4 Topologias de Rede	34
2.4.1 Topologia Lógica.....	34
2.4.2 Topologia Física das Redes.....	39
2.5 Redes <i>Wireless</i>	42
2.6 Componentes de Cablagem das Redes	46
CAPÍTULO III: PROJETO DE REDE PARA UMA UNIDADE HOTELEIRA EM CABO VERDE.....	50
3.1 Apresentação do Hotel Maria do Carmo.....	50

3.2	Projeto para a Rede de Comunicações Unificadas	53
3.2.1	Objetivos Gerais do Projeto	53
3.2.2	Visão Global da Rede	53
3.2.3	Rede Wi-Fi	61
3.2.4	Sistema de Video-vigilancia.....	67
3.2.5	Sistema de Telefonia IP	71
3.2.6	Diagrama Global da Rede	76
3.2.7	Projeto Físico da Rede	77
CONSIDERAÇÕES FINAIS		91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		92
APÊNDICES		94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Redes de Computadores.....	20
Figura 2: Camadas do Modelo OSI e suas respectivas funções.....	22
Figura 3: Interação entre as camadas no Modelo OSI.....	23
Figura 4: Processo de Encapsulamento no modelo OSI.....	24
Figura 5: Classificação das redes quanto abrangência geográfica.....	26
Figura 6: Estrutura de uma Rede Local.....	27
Figura 7: Segmentação de redes com VLAN.....	29
Figura 8: Isolamento de tráfego entre VLANs num mesmo Switch.....	29
Figura 9: Configuração VLAN Trunking.....	30
Figura 10: Formato 802.3 Ethernet frame e 802.1Q Ethernet frame.....	31
Figura 11: Comunicação inter-VLAN por intermédio de um router.....	32
Figura 12: Comunicação inter-VLAN por intermédio de um Switch L3.....	32
Figura 13: Atuação da Firewall em rede.....	33
Figura 14: Frame Ethernet 802.3.....	35
Figura 15: Evolução da Ethernet ao longo das quatro gerações.....	35
Figura 16: Switched Ethernet.....	37
Figura 17: MAC Address.....	37
Figura 18: Comunicação numa rede Switched Ethernet.....	38
Figura 19: Comunicações numa rede processadas por um router e um switch.....	39
Figura 20: Topologia em Estrela.....	40
Figura 21: <i>Topologia Estrela Estendida</i>	41
Figura 22: Topologia de Rede Ad Hoc.....	43
Figura 23: <i>Topologia de Infraestrutura de uma rede Wireless</i>	44
Figura 24: Representação gráfica de uma onda.....	45
Figura 25: Canais de transmissão na faixa de frequência 2.4 GHz.....	45

Figura 26: Utilização de canais não sobrepostos.....	46
Figura 27: Categorização dos meios de transmissão	47
Figura 28: Esquema de cablagem de par trançado em Redes Ethernet	47
Figura 29: Cabo de Par trançado CAT 6.....	48
Figura 30: Conectores e Portas RJ45	49
Figura 31: Padrão EIA/TIA para cabos Ethernet	49
<i>Figura 32: Hotel Maria do Carmo.....</i>	52
Figura 33: Camada de acesso para endpoints	55
Figura 34: Definição do Modelo de 3 camadas.....	56
Figura 35: Segmentação da rede em VLANs	57
Figura 36: Demonstração lógica da segmentação por VLANs	58
Figura 37: Trunk 802.1Q	59
Figura 38: Fluxo da comunicação inter-VLAN	60
Figura 39: Aruba Enterprise Access Point 802.11ac	62
Figura 40: Projeto da rede Wi-Fi no PISO 1.....	65
Figura 41: Projeto da rede Wi-Fi no PISO 2.....	66
Figura 42: Esquema lógico de CCTV	70
Figura 43: Esboço do Sistema de Telefonia IP	72
Figura 44: Diagrama Global da Rede	76
Figura 45: Topologia Física da Rede em Estrela Estendida	77
Figura 46: Aruba 2530G Switch J9853A.....	79
Figura 47: Aruba 3810M 16 SFP+ Switch (JL075).....	79
Figura 48: Firewall Fortigate 100D serie.....	80
Figura 49: Armário de Telecomunicação de piso	83
Figura 50: Subsistema de cablagem Horizontal	88
Figura 51: Subsistema de Cablagem Vertical	90

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Escopos de Endereçamento IP	61
Tabela 2: Distribuição de Access Points	63
Tabela 3: Distribuição das Câmaras IP	69
Tabela 4: Distribuição dos switches por piso	79
Tabela 5: Dimensionamento dos Armários de Telecomunicações	85
Tabela 6: Dimensionamento das tomadas RJ45	86

LISTA DE ABREVIATURAS

AP – *Access Point*

AT – Armário de Telecomunicações

CCTV – *Closed Circuit Television*

DHCP – *Dynamic Host Configuration Protocol*

EIA – *Eletronic Industries Association*

FXO – *Foreign eXchange Office*

IEEE – *Institute of Eletrical and Eletronics Engineers*

IP – *Internet Protocol*

ISO – *International Standards Organization*

ITED – Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios

LAN – *Local Area Network*

LED – *Light-Emitting Diode*

MAC – *Media Access Control*

MIMO – *Multiple Input Multiple Output*

NIC – *Network Interface Card*

NVR – *Network Video Recorder*

OSI – *Open System Interconnection*

PoE – *Power over Ethernet*

QoS – *Quality of Service*

RJ – *Registered Jack*

RSN – *Relação Comunicação Ruído*

SPF – *Small Form Factor*

SSID – *Service Set Identifier*

SVI – *Switch Virtual Interface*

TCP/IP – *Transmission Control Protocol / Internet Protocol*

TIA – *Telecommunications Industry Association*

WLAN – *Wireless Local Area Network*

UPS – *Uninterruptible power supply*

UTP – *Unshielded Twisted Pair*

VLAN – *Virtual Local Area Network*

VoIP – *Voice over Internet Protocol*

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, devido á evolução das redes de Computadores e dos computadores pessoais, vivemos presenciando a chamada “era da informação”, onde deparamos constantemente com novas formas e estratégias de comunicação entre as pessoas e particularmente nas Organizações.

As Redes de computadores, desde o surgimento no período pós II Guerra Mundial, têm-se tornado cada vez mais uteis e hoje são, diga-se de passagem, imprescindíveis para o funcionamento e o sucesso das organizações, face aos benefícios proporcionados. Ademais, novas padronizações e tecnologias foram emergindo ao longo do tempo, permitindo que as Redes sejam implementadas mais eficientemente e com custos cada vez mais reduzidos.

Torres (2001) presumiu que, essencialmente com a queda do custo de implementação de redes, seria praticamente impossível pensar num ambiente de trabalho em que os computadores existentes não estariam interligados, por mais pequeno que seja este ambiente.

As comunicações de dados e as redes continuarão mudando a maneira pela qual fazemos negócios e o modo como vivemos. As decisões no mundo de negócios têm de ser tomadas de forma cada vez mais rápida e aqueles que o fazem precisam ter acesso imediato a informações precisas. Assim, é preciso saber como as redes operam, quais as tecnologias disponíveis e qual arquitetura atende melhor a determinado tipo de conjunto de necessidades. (Forouzan, 2007)

Com o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de Curso de Licenciatura em Informática de Gestão, pretende-se de forma mais simplificada possível demonstrar como fazer do uso das Redes de Comunicações uma estratégia diferenciadora, capaz de contribuir para a garantia de uma gestão eficiente numa Unidade Hoteleira, baseado num caso de estudo, o Hotel Maria do Carmo, em fase de construção, na Avenida Marginal na ilha de São Vicente.

1.1 JUSTIFICATIVA

A necessidade de se compreender a relevância de um projeto de Rede de Comunicação é de extrema importância no âmbito das Organizações em Cabo Verde, num contexto onde muitas, por alguma negligência, não dão a atenção requerida a projetos na área, resultando assim em situações desajustadas às necessidades das estratégias de comunicação.

O conhecimento sobre Redes de Comunicação e de todas suas variantes que a compõem é um assunto atual, em constante desenvolvimento, e de grande interesse dada a sua importância. Devido a sua abrangência, o tema contempla conteúdos muito relevantes, que carecem de ser explorados e analisados durante o seu estudo.

Assim é importante ressaltar o interesse da autora pelo presente tema, e a ambição de se aprofundar nos conhecimentos sobre o assunto, impulsionando significativamente o desenvolvimento deste trabalho, sendo que os ganhos obtidos através de toda a pesquisa realizada, são sem dúvida de grande relevo para um licenciado em Informática de Gestão.

1.2 PERGUNTA DE PARTIDA

Visando os requisitos desejados para o desenvolvimento deste trabalho, particularmente o desenho da solução proposta, com o propósito de suportar as comunicações unificadas para uma Unidade Hoteleira, garantir os objetivos pretendidos e a formulação de conclusões capazes de acrescentar valor ao tema em estudo, foi formulada a seguinte pergunta de partida:

De que forma é que a implementação de uma Rede de Comunicações Unificadas poderá contribuir para a eficiência da gestão de uma Unidade Hoteleira?

1.3 OBJETIVOS

Para a realização de qualquer tipo de trabalho de conclusão de curso, face aos requisitos de uma investigação científica, deve-se ter o cuidado inicial de definir os objetivos que se pretende alcançar e, no contexto do seu desenvolvimento, procurar conduzir as pesquisas de forma a ser possível garantir os resultados pretendidos. Assim, para o presente trabalho foram definidos os seguintes objetivos:

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Projetar uma Rede de Comunicações Unificadas para uma Unidade Hoteleira, capaz de garantir a simplificação dos processos e proporcionar a eficiência de gestão.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Com este trabalho, pretende-se particularmente alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Dissecar sobre os principais conceitos de suporte às Redes de Computadores;
- Descrever os componentes físicos e lógicos requeridos para o funcionamento de uma Rede de Comunicação;
- Retratar as etapas requeridas para a implementação de um Projeto de Redes de Comunicações Unificadas;
- Desenvolver um projeto típico de Rede de Comunicações Unificadas para Unidades Hoteleiras em Cabo Verde.

1.4 METODOLOGIA

A adoção de uma metodologia adequada para o desenvolvimento de um Trabalho de Conclusão de Curso, é essencial para a condução da pesquisa requerida, e quando devidamente ajustada ao tema em estudo, delimita corretamente o caminho para execução de todo o trabalho, garantindo autenticidade, confiabilidade e valor académico aos resultados conseguidos.

A metodologia para desenvolvimento deste trabalho foi essencialmente suportada por pesquisas bibliográficas, com recurso a fontes secundárias (ou seja, fontes uma vez apresentadas e validadas), no qual foram consultados livros de autores conceituados na área de redes de computadores, artigos e documentos disponíveis em sites confiáveis, para que fosse possível garantir uma recolha de dados e informações credíveis, pertinentes e de relevo para a investigação pretendida, de forma a sustentar, o desenvolvimento de um projeto de comunicações unificadas para uma Unidade Hoteleira.

Para o desenvolvimento do projeto de rede, foi consultado e analisado um conjunto de documentos e manuais, bem como sites de fabricantes diversos de equipamentos e acessórios utilizados nos projetos de comunicações unificadas, tendo sido utilizado o Microsoft Visio 2016 e o *software* de Diagramas Multifuncional, Edraw Max, para o desenho de todos os detalhes do projeto.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho encontra-se organizado em três Capítulos, cada qual com objetivos distintos, bem definidos e devidamente relacionados, de modo a ser possível garantir uma ordem lógica de desenvolvimento.

No primeiro capítulo, **Capítulo I**, no qual esta secção se insere, são apresentados todos os elementos pré-textuais do trabalho, no caso, a introdução ao tema, a justificativa, a pergunta de partida, os objetivos e a metodologia, visando situar melhor o tema e direcionar adequadamente o desenvolvimento deste trabalho.

O segundo capítulo, **Capítulo II**, sustenta a Fundamentação Teórica, onde são apresentados os principais conceitos referentes às Redes de Computadores, contemplando suas Classificações, Topologias, Protocolos, entre outros, e uma análise dos demais componentes de relevo para o projeto da rede pretendida, nomeadamente VLANs, Redes Wi-Fi e Cablagem. Este capítulo constitui uma base importante para a sustentação do capítulo seguinte.

O terceiro e último capítulo, **Capítulo III**, retrata exclusivamente o Projeto para a Rede de Comunicações Unificadas proposta, onde se procurou contemplar todas as etapas requeridas para a implementação. Assim, todos os componentes da rede pretendida são abordados neste capítulo. Ainda é apresentada as Considerações Finais, onde se procurou fazer uma análise geral do trabalho desenvolvido, destacando a sua relevância com base nas conclusões conseguidas.

Ademais, na parte final deste trabalho encontram-se os elementos pós-textuais, concretamente as **Referências Bibliográficas** e **Apêndices**.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Redes de Computadores

As redes de computadores datam desde o surgimento dos primeiros computadores, sendo que os avanços tecnológicos e novos padrões possibilitaram sua evolução e redução de custo de implementação. O objetivo de criação destas redes teve como intuito a troca de informações entre máquinas que se encontravam fisicamente distantes (Torres, 2001, p. 01).

Hoje em dia, as organizações dependem tanto das Redes como das ligações entre as Redes. Forouzan (2007) afirma que assim como o desenvolvimento dos computadores pessoais possibilitou grandes mudanças nas Empresas, nas Indústrias, na Ciência e na Educação, assim também uma revolução semelhante ocorreu com as Comunicações de Dados e as Redes de Computadores.

Andrew S. Tanenbaum, cientista de computação norte-americano, define as Redes de Computadores, de um modo geral, como sendo:

“ [...] um conjunto de computadores autônomos interconectados (...). Dois computadores estão interconectados quando são capazes de trocar informações. Essa conexão não precisa ser feita por fios de cobre; também podem ser usados fibras óticas, micro-ondas, ondas de infravermelhos e satélites de comunicações. E existem redes de muitos tamanhos, modelos e formas.” (Tanenbaum, 2010, p. 02)

Apesar do que o nome sugere, uma Rede de Computadores na atualidade não engloba somente computadores entre si. Tendo em consideração a evolução tecnológica, o termo passou a englobar todos os dispositivos capazes de trocar informações por meio da rede. Assim, o termo “dispositivo” representa uma enorme quantidade de entidades, podendo ser estes os terminais, impressoras, telefones, TVs, *Webcams*, unidades especiais de *hardware* como servidores, repetidores, *routers* e diversos outros dispositivos de utilização específica. (Kurose & Ross, 2013, p. 01)

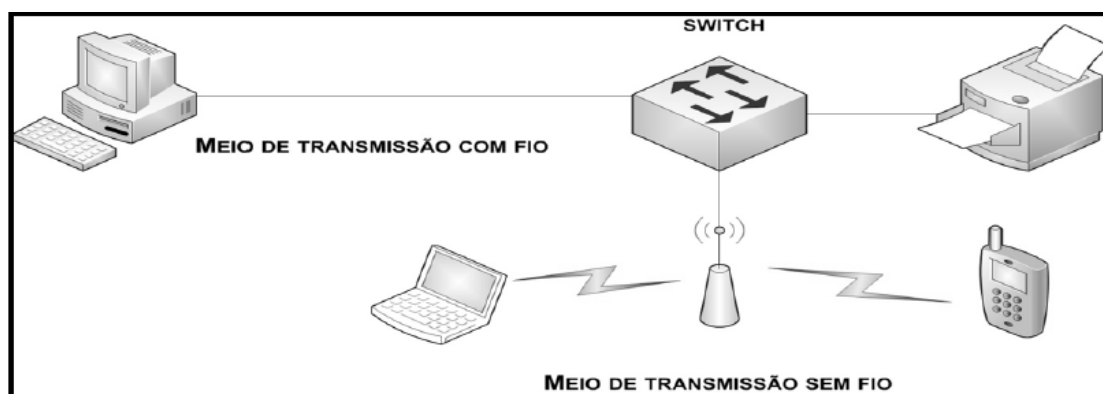
Neste contexto, Tanenbaum (2010, p. 02) enfatiza que o objetivo é deixar todos os programas, equipamentos e especialmente dados ao alcance de todas as pessoas na rede, independentemente da localização física do recurso ou do utilizador. Este cenário

possibilita assim, como claramente se observa, uma maior facilidade de troca de dados, o que proporciona por sua vez uma considerável redução nos custos de investimento em comunicação, pela partilha de recursos que as redes propõem. (Torres, 2001, p. 05)

Para se efetivar a comunicação em rede, são necessários dispositivos específicos que façam a interligação dos elementos de uma rede. Esses dispositivos são conhecidos como comutadores de pacotes, pois enviam os dados desde a origem até ao destino. Os comutadores mais conhecidos são os *routers* e os *switches*. Os *switches* são geralmente utilizados em redes locais, enquanto os *routers* são utilizados no núcleo da rede, fazendo com que redes diferentes possam comunicar-se. (Kurose & Ross, 2013)

As redes de computador utilizam uma variedade de meios de transmissão. Por serem dispositivos digitais, os computadores usam dígitos binários (bits) para representar os dados. Assim, transmitir dados através de uma rede de computador significa enviar bits através do meio de transmissão subjacente. Deste modo, os sistemas de comunicação utilizam dentre os quais fios de cobre, fibras óticas, transmissões de rádio e de micro-ondas e infravermelhos. E cada meio de transmissão apresenta vantagens e custos distintos. (Comer, 2007, pp. 77 e 79)

Figura 1: Redes de Computadores



Fonte: Tanenbaum & Wetherall, 2011

Para transmissão das informações no seio das redes de computadores, é utilizada a tecnologia de pacotes. Pois as redes não transferem dados como uma *string* arbitrária de bits contínuos, em vez disso, divide os dados em blocos pequenos, chamados pacotes, transmitidos individualmente, intercalando-os na rede. (Comer, 2007, p. 101)

2.2 Os Protocolos

O aumento da quantidade e tamanho das redes ao longo dos anos, ocorreu quando as empresas perceberam o quanto poderiam economizar e aumentar a produtividade com esta tecnologia. Assim, na metade da década do ano de 1980, começaram a surgir problemas causados pela falta de padronização de equipamentos e protocolos, o que dificultava, ou mesmo impedia, a comunicação entre redes que usavam especificações e implementações diferentes. (Venturi, 2016, p. 13)

Deste modo, houve a extrema necessidade de se estabelecer padrões e acordos entre as partes que se comunicam, para que fossem estabelecidas regras que definissem como irá ocorrer a comunicação. De acordo com Tanenbaum (2010, pp. 18-19), esses são os protocolos. É como uma Linguagem na qual através desta os dispositivos de uma rede consigam se entender um ao outro, trocando informações entre si. Então, como é óbvio, para que todos se comuniquem e se entendam eficientemente, terão de “falar a mesma língua”, ou seja, usar o mesmo protocolo. (Torres, 2001, p.34)

Segundo Torres (2001, p. 34), uma rede pode usar diversos protocolos, como o TCP/IP, o NetBEUI e o SPX/IPX, e que embora cada um destes funcione de forma particular, eles têm algumas similaridades. Isto porque, na verdade, os protocolos surgiram com um mesmo objetivo: transmitir dados através de uma rede.

2.2.1 Modelo de Referência OSI

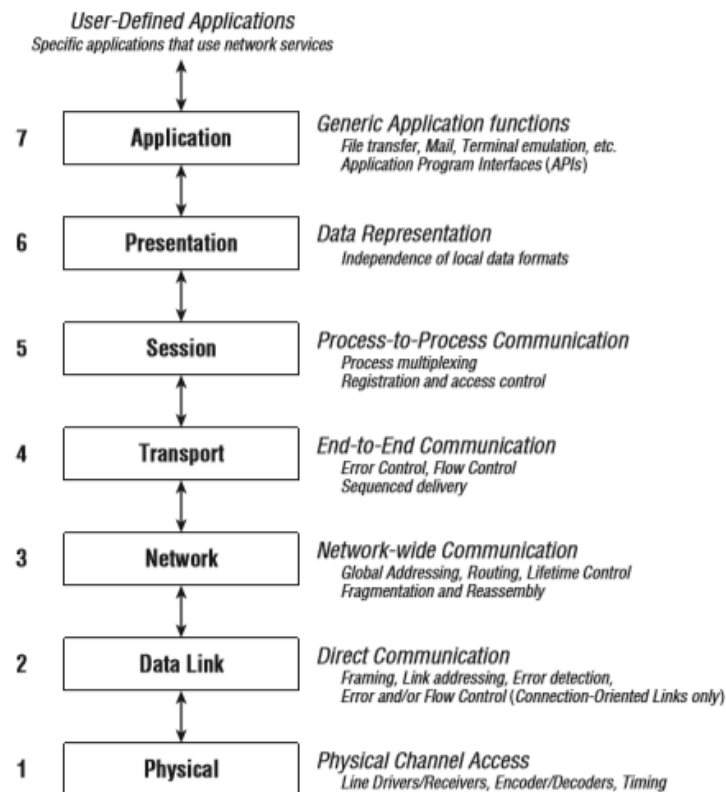
Assim como mencionado anteriormente, à medida que as Redes foram crescendo e se popularizando, começaram a surgir problemas nas comunicações. Segundo Torres (2001, p. 35), face a este cenário, os utilizadores e as organizações deparavam-se com sistemas cada vez mais heterogêneos, sem a possibilidade de partilha efetiva de seus recursos. Este fato levou a ISO à proposição de que as redes de computadores fossem organizadas em torno de sete camadas, por meio de um modelo de referência conhecido por *Reference Model OSI* (RM OSI).

O modelo OSI é uma estrutura em camadas para o projeto de sistemas de redes que permitem e facilitam a comunicação entre todos os tipos de sistemas de computadores, independentemente de suas arquiteturas subjacentes. É um modelo para

compreender e projetar uma arquitetura de redes flexível, robusta e interoperável. (Forouzan, 2007, p. 29)

As sete camadas do modelo OSI são: a camada de aplicação, camada de apresentação, camada de sessão, camada de transporte, camada de rede, camada de sessão e camada física (Kurose & Ross, 2013, p. 53).

Figura 2: Camadas do Modelo OSI e suas respectivas funções

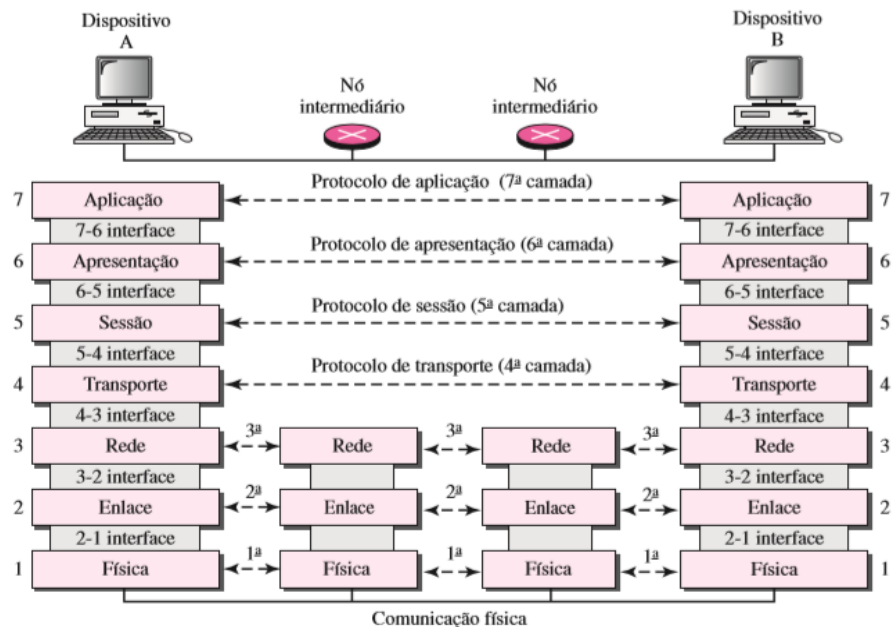


Fonte: Seifert & Edwards, 2008

Cada camada executa uma função específica na rede, proporcionando assim quatro grandes vantagens: a decomposição das comunicações de rede em partes menores e mais simples, facilitando sua aprendizagem e compreensão; a padronização dos componentes da rede, permitindo o desenvolvimento e o suporte por parte de vários fabricantes; possibilidade de comunicação entre diferentes tipos de hardware e software de rede e, por último, evitar que as modificações numa camada afetem as outras, possibilitando maior rapidez no seu desenvolvimento (Venturi Filho, 2016, p. 14).

O modelo OSI é formado pelas sete referidas e distintas camadas, porém estão todas relacionadas entre si, cada uma das quais definindo uma parte do processo de transferência de informações através de uma rede, tal como demonstrado na figura 3.

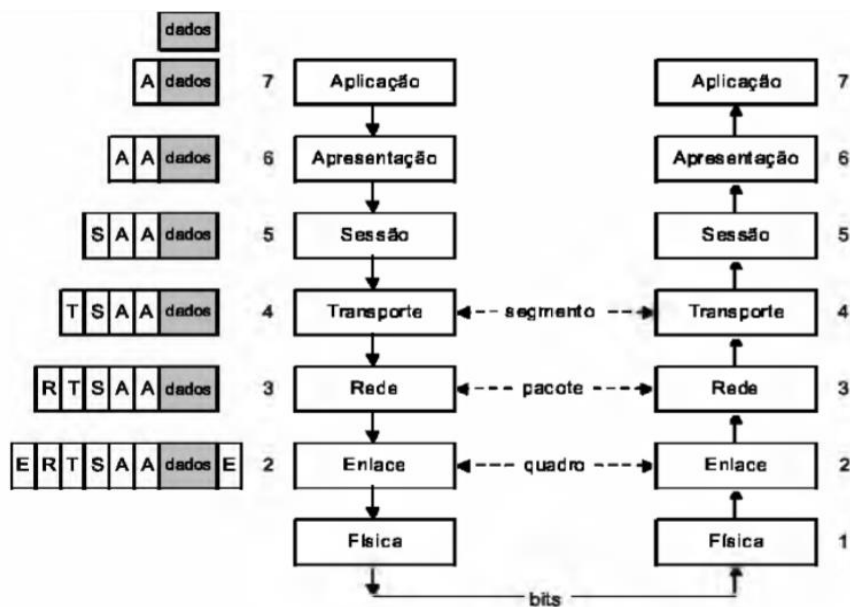
Figura 3: Interação entra as camadas no Modelo OSI



Fonte: Forouzan, 2007

Aquando das transmissões de dados na rede, o modelo OSI propõe que cada camada pegue informações passadas pela camada superior, acrescenta informações pelas quais seja responsável e passa os dados para a camada imediatamente inferior. Este processo é conhecido como *Encapsulamento* (Torres, 2001, p. 39).

Figura 4: Processo de Encapsulamento no modelo OSI



Fonte: Fillipetti, 2008

Na primeira camada, o pacote inteiro é convertido de forma a ser transmitido ao dispositivo recetor. Na máquina recetora, a mensagem é aberta, camada por camada, com cada processo recebendo e retirando os dados a ele destinados. Mais especificamente, a camada 2 retira os dados a ela destinados e, em seguida, passa o restante para a camada 3. A camada 3 retira, então, os dados a ela destinados e passa o restante para a camada 4 e assim por diante (Forouzan, 2007, p. 31).

De acordo com Venturi Filho (2016, p. 16), o modelo OSI não define a arquitetura de uma rede, nem especifica com exatidão os serviços e protocolos. Também nem todas as arquiteturas de rede implementam as sete camadas do modelo OSI separadamente. Cada arquitetura implementa as funções de cada camada por meio de protocolos específicos.

Embora os protocolos associados ao Modelo OSI não são mais utilizados, o modelo em si é muito generalizado e ainda muito válido, e os recursos discutidos no âmbito das camadas ainda são muito importantes. Devido à relação com o modelo TCP/IP, embora com propriedades opostas, é muito importante estudar ambas as arquiteturas. (Tanenbaum & Wetheral, 2011, p. 41)

2.2.2 Modelo TCP/IP

O modelo TCP/IP foi criado pelo Departamento de Defesa Americano (DoD), para garantir a preservação da integridade dos dados, assim como manter a comunicação de dados no advento de uma guerra. Se bem planeada e corretamente implementada, uma rede baseada na combinação de protocolos TCP/IP pode ser independente, confiável e muito eficiente. (Filippetti, 2008, p. 127)

O TCP/IP é um conjunto de protocolos hierárquicos que suporta o funcionamento da Internet e o funcionamento atual de praticamente todas as Redes Locais. Este modelo, assim como o OSI, realiza a divisão de funções do sistema de comunicação em estruturas de camadas. (Venturi Filho, 2016, p. 20)

Porém, o modelo de Referência TCP/IP é mais simplificado, possuindo originalmente quatro principais camadas, sendo estas: **Aplicação**, **Transporte**, **Internet** e **Interface de Rede** (ou Física). Uma das semelhanças entre estes modelos está no fato de ambos serem baseados no conceito de pilha (contendo protocolos independentes), tendo as camadas praticamente as mesmas funcionalidades (Franciscatto et al, 2014). A família de protocolos TCP/IP permite a interconexão de diferentes tipos de computadores, de diversos fabricantes, equipados com arquiteturas distintas de *hardware*, executando múltiplos sistemas operativos e utilizando diferentes tecnologias de acesso (Elias e Lobato, 2013, p. 79).

2.3 Classificação das Redes

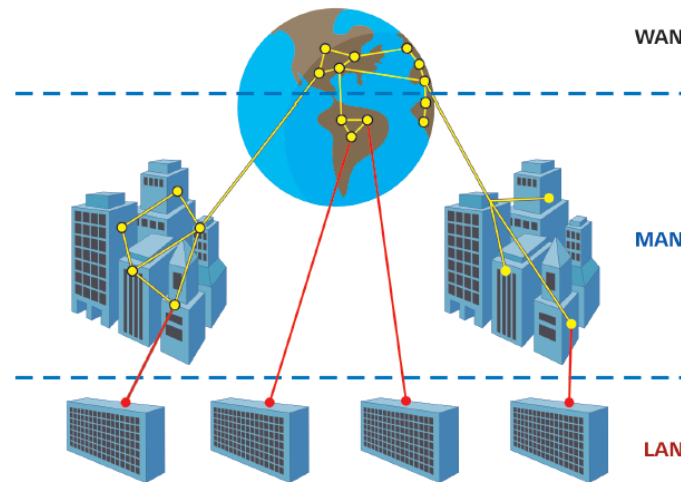
Há muitos tipos diferentes de Redes de Computadores, sendo a diferença em geral uma questão de perspectiva, com por exemplo, as redes são frequentemente classificadas pela área geográfica que cobrem. (Gallo, 2003, [Seção 1.3])

Segundo Tanenbaum (2010, p. 11), a abrangência geográfica é um critério muito importante para classificação das redes, pois a distância é fundamental como métrica de classificação, uma vez que diferentes tecnologias são usadas para diferentes escalas.

De acordo com Tanenbaum & Wetheral (2011, p.17), tendo como base a dispersão geográfica das redes, as redes são convencionalmente classificadas em: **Redes**

LAN – *Local Area Network*, **Redes MAN** – *Metropolitan Area Network* e **Redes WAN** – *Wide Area Network*.

Figura 5: Classificação das redes quanto abrangência geográfica



Fonte: Franciscatto et al, 2014

2.3.1 Redes LAN – *Local Area Network*

Ao final dos anos 60, a interligação entre computadores sofreu uma grande mudança, e tudo se deve ao desenvolvimento da forma de comunicação, denominada Rede Local. Esse padrão de rede consiste no compartilhamento de um meio (cabo) de comunicação, onde vários computadores utilizam o mesmo para transmitir pacotes (COMER, 2007, p. 117). O padrão que define como os dados são transmitidos pelo meio físico é denominado *Ethernet*. (TORRES, 2001, p. 276)

Segundo Dantas (2002, p. 143), os objetivos de uma rede Local, de forma macro, é a distribuição da informação de modo uniforme ao longo do ambiente de toda a Corporação e prever que a movimentação dos dispositivos na rede seja tão fácil como trocar uma lâmpada.

Assim, segundo Franciscatto et al (2014, p. 17), este tipo de redes [redes LAN], são geralmente compostas por computadores, telefones, impressoras, TVs, *webcams*, etc., conectados entre si através de dispositivos tecnológicos, o que irá possibilitar a partilha dos recursos e informações. Algumas das tecnologias comumente envolvidas

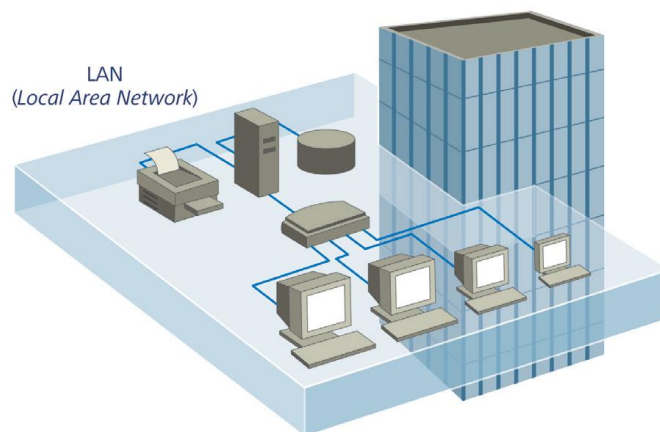
são: adaptadores ou placas de rede, cabos ou meio de transporte e equipamentos de concentração. (MORAES, 2010)

As placas de redes são dispositivos que são instalados nos equipamentos que estarão conectados à rede. Essas placas ficam responsáveis por encaminhar os dados que serão transmitidos através do meio, utilizando os protocolos de comunicação (MORAES, 2010). Também denominadas NIC ou adaptador de rede, esses dispositivos são essenciais no âmbito das redes LAN. Cada estação de uma Rede Ethernet (por exemplo, um PC, uma impressora) possui seu próprio NIC, que é instalado dentro da estação e pré-configurado em fábrica, com um endereço físico de 6 bytes (48 bits), denominado MAC endereço (ou endereço físico), normalmente escritos em notação hexadecimal. (Forouzan, 2007, p. 400)

As redes LANs utilizam uma variedade de diferentes tecnologias para transmissão de informação nas redes de computadores. Existem as LANs sem fio, que utilizam ondas eletromagnéticas e as LANs com fio, ou cabeadas, que utilizam na maioria, fios de cobre e também fibra ótica. Normalmente, as LANs com fios operam numa velocidade de 100 Mbps à 10 Gbps, apresentam baixa latência (podendo-se falar em microssegundos e nanos segundos) e baixo índice de falhas. (Comer, 2015)

Relativamente aos equipamentos concentradores, os mais utilizados são os *Switches*. Esses equipamentos regeneram os sinais enviados pelas máquinas conectadas na rede repassando esse sinal até ao endereço de destino. (Moraes, 2010)

Figura 6: Estrutura de uma Rede Local



Fonte: Franciscatto et al, 2014

Devido ao aumento do número de utilizadores e equipamentos, as redes expandiram-se, o que tornou a tarefa de separar as redes locais em departamentos um tanto quanto árdua. Querendo isto dizer que, nem sempre o *layout* dos equipamentos da rede local se encaixará adequadamente à estrutura organizacional da Corporação.

Um cenário muito comum que explicita melhor a pertinência desta questão, é o fato dos diferentes departamentos distribuídos por vários setores de um edifício, estarem conectados a uma única LAN. Embora seja este um cenário possível, para os Administradores da rede é muito mais benéfico, por variados motivos mais afrente apontados, que o agrupamento de utilizadores da rede reflita a estrutura organizacional da Corporação e não o *layout* físico do edifício. (Tanenbaum; Wetherall, 2011)

Segundo Kurose & Ross (2013, p. 483), uma alternativa para superação desta questão, possibilitando o agrupamento de utilizadores de acordo com a estrutura organizacional da Corporação, é a aplicação do conceito de LANs Virtuais, ou VLAN – *Virtual Local Area Network*.

2.3.1.1 VLAN – Virtual Local Area Network

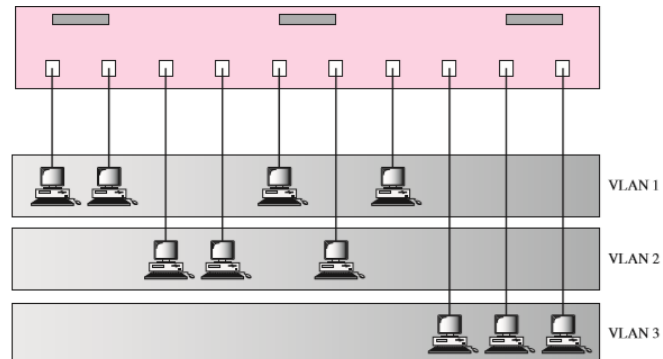
A tecnologia VLAN permite separar a conectividade lógica da conectividade física numa rede de computadores. Uma vez implementada esta tecnologia, os utilizadores estarão ainda assim conectados através de cabos físicos a dispositivos de fiação física, entretanto, a visão de conectividade da estação não se limita às restrições da topologia física (Seifert & Edwards, 2008, p. 433)

Segundo Comer (2015) os protocolos de rede não fazem distinção entre a VLAN e a rede física, pelo que do ponto de vista dos protocolos, uma VLAN é tratada exatamente como uma rede física separada e, como tal, possui suas próprias características e propriedades. Assim, dada a esta versatilidade proporcionada pelas VLANs, as distribuições dos setores de uma Organização podem estar alocadas de acordo com o que a própria Organização almeja, independentemente da localização geográfica dos dispositivos que a compõe. (Tanenbaum & Wetherall, 2011, p. 342)

As VLANs são configuradas nos *switches* da rede [*switches* de camada 2] que ofereçam este serviço, fazendo com que o *switch* físico da rede se transforme em *switches* lógicos independentes. O administrador da rede decide quantas redes deverão

ser criadas, quantos dispositivos devem ser alocados para cada VLAN e qual será a designação de cada VLAN criada. (Tanenbaum & Wetherall, 2011, p. 345)

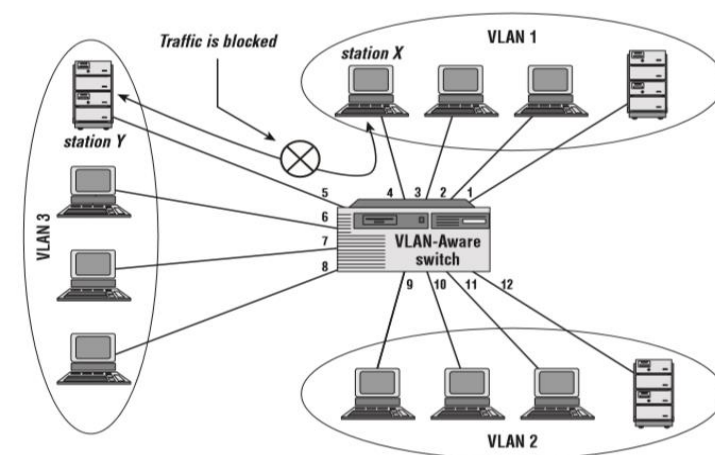
Figura 7: Segmentação de redes com VLAN



Fonte: Forouzan, 2007

Um *switch* possui várias portas de comunicação. Cada agrupamento de portas do *switch* que constitui uma VLAN, constitui também um domínio de *broadcast*, ou domínio de transmissão. Cada VLAN define um domínio de *broadcast*. Isto significa que pacotes enviados em *broadcast* só são emitidos para os membros de uma mesma VLAN. Estes compartilham *broadcast* e *multicast*, porém, assim como em redes físicas distintas, *broadcast* e *multicast* enviados numa determinada VLAN não se propagam para outras VLANs (Comer, 2015). Este princípio faz com que as VLANs sejam isoladas umas das outras, mesmo configuradas num mesmo *switch*, conforme figura 8.

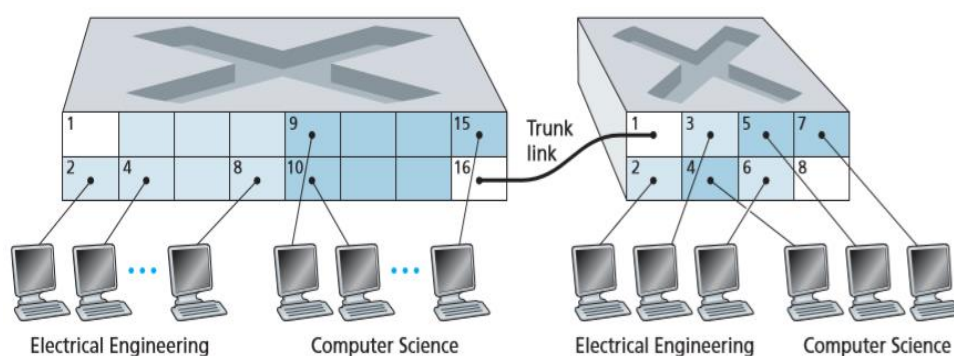
Figura 8: Isolamento de tráfego entre VLANs num mesmo Switch



Fonte: Seifert & Edwards, 2008

Em algumas Organizações, dependendo da dimensão e pretensões das mesmas, há a necessidade de se ter não só um, mas sim vários *switches*, distribuídos por diferentes compartimentos, podendo assim constituir uma “malha de *switches*”¹, onde nestes poderão ser configuradas todas as VLANs da organização. Assim Seifert & Edwards (2008, p.) sugerem que um melhor método seria a implementação de **VLAN Trunking**. Neste método, uma porta especial em cada *switch* é configurada como *trunk port* para interligação dos *switches*. A *trunk port* deverá pertencer a todas as VLANs configuradas nos *switches*, de modo que todos os pacotes a serem transmitidos por qualquer das VLANs sejam encaminhados através do *trunk link* para um outro *switch*.

Figura 9: Configuração VLAN Trunking



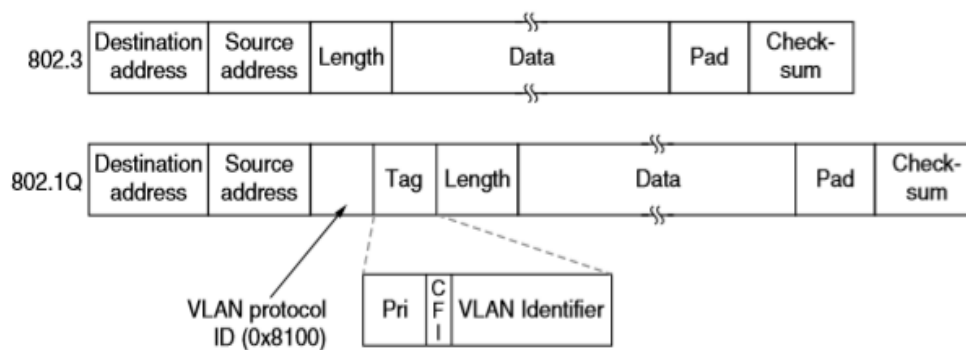
Fonte: Kurose & Ross, 2013

Ou seja, de forma sucinta, o conceito de *VLAN Trunking* permite a criação de um único *link* que irá permitir a passagem do tráfego simultâneo de todas as VLANs de um *switch* para um outro *switch*, através do *trunk link*, conforme mostra a figura 9. Porém, constata-se de imediato uma nova questão: como é que os *switches* saberão a que VLAN pertence um *frame* recebido através do *link port*?

De acordo com Forouzan (2007, p. 462), em 1996 o subcomité IEEE 802.1 aprovou um padrão denominado 802.1Q que define o formato para identificação de *frames*, e em 1998 foi então publicado no **IEEE standard 802.1Q**, um novo formato do pacote Ethernet, ao qual foi acrescentado o conceito de *VLAN Tag*, tal como demonstrado na figura 10.

¹ Malha de *switches* é um agrupamento de *switches* que compartilham as mesmas informações de VLAN. (Filippetti, 2008)

Figura 10: Formato 802.3 Ethernet *frame* e 802.1Q Ethernet *frame*



Fonte: Tanenbaum & Wetherall, 2011

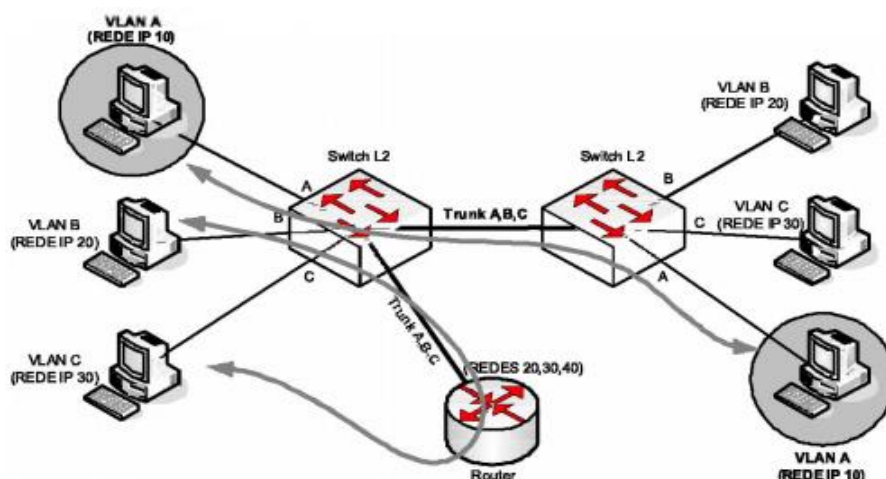
O processo de identificação de *frames*, denominado *frame tagging*, consiste na associação, de forma única, de uma identificação (VLAN ID) a cada *frame*. Esta tecnologia foi criada para ser utilizada quando um *frame* Ethernet atravessar o *trunk link*. A *tag* da VLAN é removida do *frame* antes que ele deixe o *trunk link*. Cada *switch* que o *frame* atravessa deve identificar o ID (*tag*) da VLAN a que pertence e então poderão ser direcionados para as portas apropriadas. Uma vez que o *frame* alcance uma porta para um link de acesso, o *switch* remove a identificação da VLAN. (Filippetti, 2008, p. 109)

▪ Comunicação Inter-VLANs

Para melhor eficiência de uma rede corporativa, é de extrema importância que haja interação entre as várias redes existentes. De acordo com Kurose & Ross (2013, p. 484), esta interação pode ser concebida por meio da interligação do *switch* a um router e configurando a interface de modo que este faça parte de ambas as VLANs. Neste caso, mesmo que as VLANs compartilhem um mesmo *switch*, pela configuração lógica do mesmo entender-se-á que diferentes *switches*, ou diferentes redes, estão conectados via router, o que irá possibilitar a comunicação entre as VLANs.

É parte integrante de um bom projeto de redes, colocar cada VLAN numa rede IP diferente, pois somente desta forma a comunicação inter-VLANs torna-se possível. Cada VLAN deverá fazer parte de uma rede IP diferente, e somente assim, um router poderá permitir a comunicação inter-VLANs. (Filippetti, 2008, p. 106)

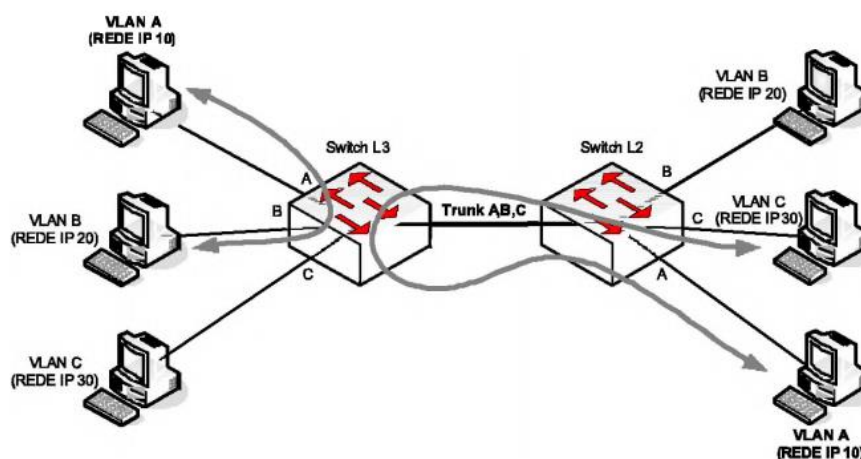
Figura 11: Comunicação inter-VLAN por intermédio de um router



Fonte: Filippetti, 2008

Segundo Filippetti (2008, p. 107), existe uma outra alternativa para realização da comunicação inter-VLANs, pois esta pode ser também realizada por outros dispositivos que atuem na camada 3. Assim, pode ser também realizada por um *switch layer 3*, que são *switches* também capazes de realizar o roteamento de pacotes IP. A figura 12 faz demonstração de um possível *layout* utilizando este método.

Figura 12: Comunicação inter-VLAN por intermedio de um Switch L3



Fonte: Filippetti, 2008

▪ Segurança nas VLANs

De acordo com Forouzan (2007, p. 463), existem diversas motivações para utilização das VLANs, além da flexibilidade que estas propõem, estão associadas

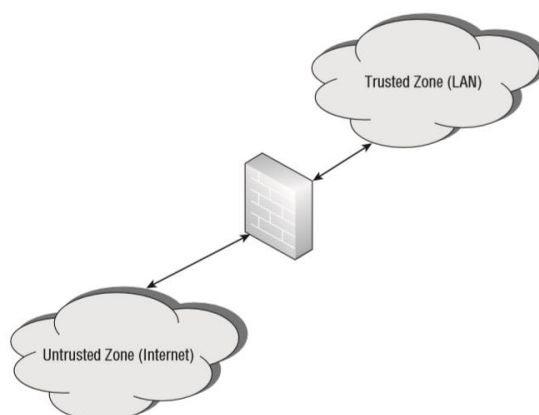
também sobretudo a aspetos relacionados com **redução de custos e de tempo**, uma vez que otimiza a utilização dos *switches* em rede e evita possíveis reconfigurações físicas, que demandam tempo e custos.

A segurança é um dos principais benefícios da utilização de VLANs para segmentação de redes, visto que esta proporciona uma separação lógica do tráfego de uma rede virtual. Porém, a utilização de algumas soluções complementares pode reforçar a segurança de uma rede composta por VLANs (Haffermann, 2009, p. 18).

Em qualquer implementação de VLAN é necessário interligar as redes com routers ou outros dispositivos de camada 3, e é desejável que haja garantias de que nenhuma delas seja acedida por membros de outras VLANs, exceto se necessário ou autorizado. A implementação de um dispositivo de camada 3, com o auxílio de ferramentas de filtragem de pacotes, como a *firewall*, é muito eficiente na função de alcançar este nível de segurança. O método de roteamento por meio de um *switch* de camada 3 é o mais vantajoso em termos de segurança (Haffermann, 2009, p. 20).

A funcionalidade básica da firewall é regular o fluxo de dados entre redes de forma segura e confiável. Os dados que entram numa LAN serão autorizados e controlados pela *firewall*. Se a *firewall* determinar que a fonte não é autorizada ou confiável, irá prevenir o acesso à LAN (Seifert & Edwards, 2008, p. 553).

Figura 13: Atuação da Firewall em rede



Fonte: Seifert & Edwards, 2008

2.4 Topologias de Rede

Uma das questões vitais na construção de qualquer sistema de comunicação é a verificação do arranjo topológico a ser utilizado e quais as alternativas disponíveis. Segundo ele, essas alternativas dependerão muito do tipo de rede e irá, muitas vezes, caracterizar o seu tipo, eficiência e velocidade (Venturi Filho, 2016, p. 34).

Segundo Franciscatto et al (2014, p. 29), uma topologia de rede tem o objetivo de descrever como é estruturada uma rede de computadores, tanto física como logicamente. Assim, é legitimamente possível diferir a topologia física da topologia lógica.

2.4.1 Topologia Lógica

A topologia lógica de rede refere-se ao fluxo de dados através da rede, à forma como os sinais agem sobre os meios e são transmitidos através da rede a partir de um dispositivo para outro com base na interligação utilizada.

2.4.1.1 Padrão Ethernet

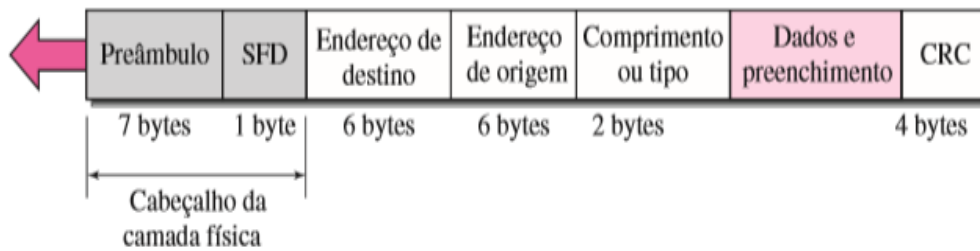
Segundo Venturi (2016, p. 49), a Ethernet foi a primeira LAN do mundo. Sua versão original foi criada em meados da década de 1970. Em 1985, o IEEE publicou padrões para LANs que começam com 802, sendo o da Ethernet o **IEEE 802.3**.

A Ethernet é um padrão que define como os dados serão transmitidos fisicamente através dos cabos da rede. Assim, essa arquitetura - assim como as arquiteturas *Token Ring* e FDDI – opera nas camadas 1 e 2 (camada física e de enlace, respetivamente) do modelo OSI.

O papel da Ethernet é pegar os dados entregues pelos protocolos de alto nível, como o TCP/IP, e inseri-los dentro de quadros que serão enviados através da rede (Torres, 2001, p. 276). O padrão Ethernet define todos os detalhes, inclusive o formato de quadros que os computadores enviam através do meio físico, a voltagem a ser usada e o método utilizado para modular o sinal. (Comer, 2007, p. 121)

O quadro padrão Ethernet é composto por 7 campos, conforme a figura 14.

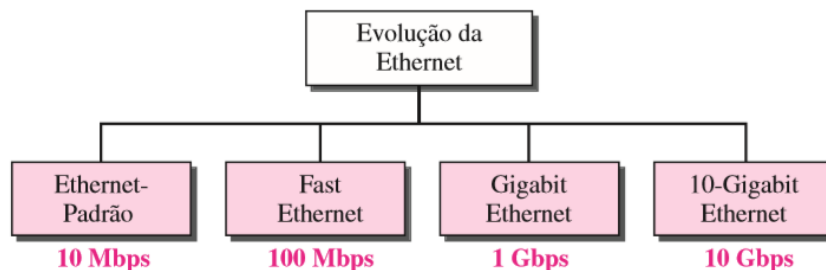
Figura 14: Frame Ethernet 802.3



Fonte: Forouzan, 2007

De acordo com Forouzan (2007, p. 397), desde a sua criação, o padrão Ethernet evoluiu ao longo de 4 gerações: **Ethernet-Padrão** (10 Mbps), **Fast-Ethernet** (100 Mbps), **Gigabit Ethernet** (1 Gbps) e **10 Gigabit Ethernet** (10 Gbps), conforme mostrado na figura 15. Embora as variações distintas do padrão Ethernet suportem meios físicos diferentes, larguras de banda diferentes e outras variações das camadas física e de enlace, o formato básico de estrutura e esquema de endereçamento é o mesmo para todas as variedades da Ethernet. (Venturi Filho, 2016, p. 48)

Figura 15: Evolução da Ethernet ao longo das quatro gerações



Fonte: Forouzan, 2007

Compreendida a evolução do Padrão Ethernet, é possível então apontar duas fases distintas neste processo. De acordo com Tanenbaum (2011, pp. 280 e 281), existem 2 tipos de Ethernet: **Classic Ethernet** e **Switched Ethernet**.

O *Classic Ethernet*, ou Ethernet Padrão, permitia aos dispositivos o compartilhamento homogêneo da largura de banda, evitando que dois dispositivos transmitam simultaneamente num mesmo meio, provocando colisões na rede, através da técnica de acesso CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*) e operava em taxas de 3 a 10 Mbps. Já o *Switched Ethernet* consiste num dispositivo de

rede denominado *Switch*, ao qual devem estar conectados todos os dispositivos da rede, e operam em velocidades de 100, 1000 e 10.000 Mbps, que correspondem ao Fast, Gigabit e 10 Gigabit Ethernet respetivamente. Em prática, redes modernas empregam somente o *Switched Ethernet*. (Tanenbaum, 2011, pp. 280 e 281)

A evolução de uma rede Ethernet para uma rede *Switched Ethernet*, foi um grande passo que abriu caminho para uma Ethernet ainda mais rápida (Forouzan, 2007, p. 408). Em redes Ethernet menos modernas, eram utilizados equipamentos como o *Hub*, que é um equipamento passivo, para interligação das redes. Com esse equipamento, todos os dispositivos envolvidos nesta rede fazem parte de um mesmo *domínio de colisão*². Este facto aumenta consideravelmente as probabilidades de ocorrerem eventos de colisão na rede, degradando assim a comunicação em rede, uma vez que os pacotes tornam-se inválidos ou cheios de erros. (Odom, 2008, pp. 60 e 61)

▪ SWITCH

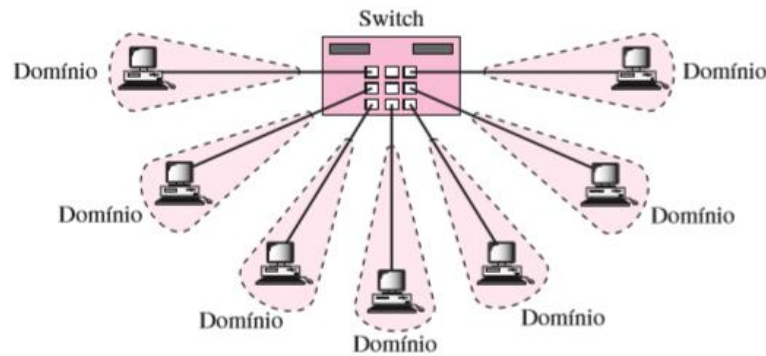
O *Switch* trouxe mais performance às redes Ethernet, pois além de eliminar as colisões, com implementação do *switched Ethernet*, passou a ser possível o envio de múltiplos *frames* simultaneamente nas redes. (Tanenbaum, 2011, p. 290)

Segundo Franciscatto et al (2014, p. 102), um *Switch* é um equipamento de rede cujo principal objetivo é interligar os computadores e demais dispositivos de uma rede local, responsáveis por filtrar e encaminhar pacotes entre os segmentos da rede. Assim, são designados por equipamentos ativos de rede, que, segundo Dantas (2002, p. 151), são dispositivos que regeneram o sinal recebido para depois efetuar a retransmissão.

Segundo Odom (2008, p. 61), diferentemente do que acontece com os *Hubs*, o *switch* não cria apenas um único link compartilhado. Conforme o esboçado na figura 16, cada interface ou porta de um *switch* representa um domínio de colisão, fato este que contribuiu significativamente para o fim das colisões.

² **Domínio de colisão** é um grupo de dispositivos cujos *frames* podem colidir. (Odom, 2008, p. 61)

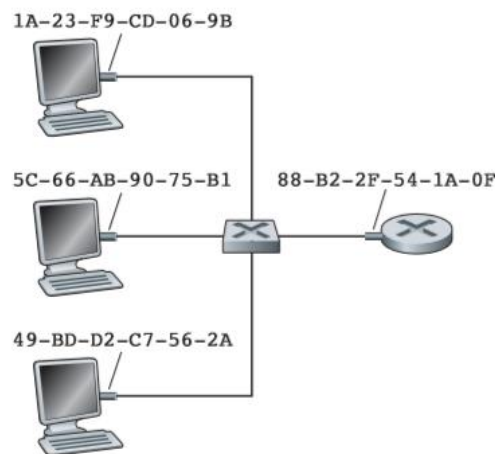
Figura 16: *Switched Ethernet*



Fonte: Forouzan, 2007

De acordo com Odom (2008, p. 177), os *switches* efetuam a maioria das suas funções a nível de *hardware*. Uma das funções principais de um *switch* é conhecer os endereços e interfaces MAC para colocar na sua tabela de endereços, denominada Tabela MAC. Com uma tabela de endereços completa e precisa, o *switch* pode tomar decisões precisas de encaminhamento e filtragem dos pacotes na rede. Assim como demonstrado na figura 17, cada dispositivo da rede possui um *MAC Address* (endereço físico), no qual o *switch* se baseia para realização da comutação de pacotes.

Figura 17: *MAC Address*



Fonte: Kurose & Ross, 2013

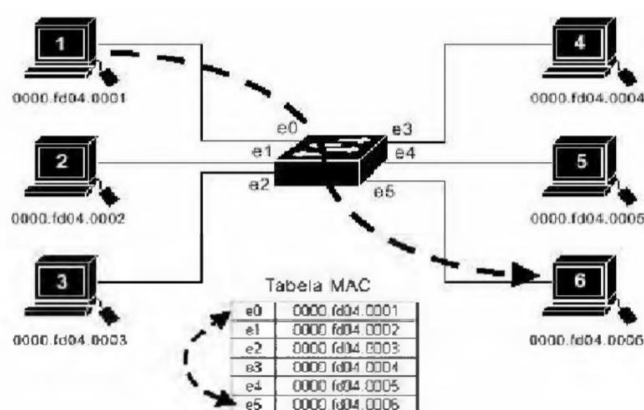
Quando um dispositivo inicia uma transmissão e uma porta do *switch* recebe um *frame*, o *switch* armazena o endereço MAC do dispositivo transmissor na sua tabela MAC, registrando a interface à qual esse dispositivo está conectado. Num primeiro

momento, o *switch* não tem outra opção se não “inundar” a rede com esse *frame*, uma vez que ainda não possui na tabela MAC o registro da localização do dispositivo destinatário (Filippetti, 2008, p. 50 e 93). O processo de inundar a rede com um determinado *frame*, enviando a todas as portas conectadas, é denominado *Broadcast*. E todos os dispositivos que recebem essa transmissão (*broadcast*) são considerados de um mesmo **Domínio de Broadcast**. (Filippetti, 2008, p. 50)

Segundo Forouzan (2007 p. 454), existem *switches* de camada 2 e *switches* de camada 3. Um *switch* de camada 3 [também denominado *Switches Layer 3*] tem capacidade para realizar o roteamento de pacotes e o *switch* de camada 2 [também denominados *Switches Layer 2*] opera nas camadas físicas e de enlace. Um *Switch* de *layer 3* executa todas as funções tradicionais de um *switch layer 2*, tem capacidade para implementar qualidade de serviço (QoS) e realizar roteamento entre portas e/ou VLANs na velocidade do cabo, pois o *Switch* layer 3 utiliza *hardware* em vez de software para operações de roteamento. (Seifert & Edwards, 2008)

Dispositivos de *layer 2* (de camada de Enlace) propagam mensagens do tipo *broadcast*, ou seja, não há uma "quebra" desses domínios. Apenas routers ou *switches* *layer 3* são capazes de realizar essa segmentação. Esta é uma importante diferença entre dispositivos de camada 2 e camada 3. (Filippetti, 2008, p. 51)

Figura 18: Comunicação numa rede Switched Ethernet³



Fonte: Filippetti, 2008

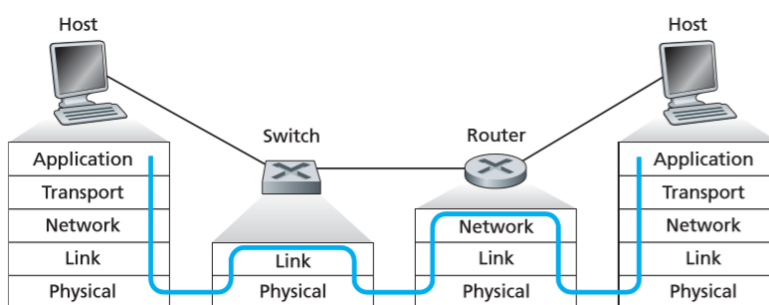
³ Na ilustração considera-se que a estação 1 queira se comunicar com a estação 6. O valor abaixo de cada estação corresponde ao respetivo endereço MAC gravado na placa de rede (NIC), e cada estação encontra-se conectada à uma porta do *switch* (e0, e1, e2, e3, e4, e5). A tabela MAC já se encontra formada e também é ilustrada na figura.

De acordo com Felippetti (2008, p. 93), de modo geral, os principais pontos que caracterizam um *switch* são: o processo de comutação baseado em *hardware*, velocidade de transmissão limitada ao meio, baixa latência e alta eficiência.

▪ ROUTERS

Os routers são dispositivos de camada 3 (Rede) que permitem a interligação de redes distintas, formando-se um ambiente de inter-rede. Na arquitetura TCP/IP, os routers são denominados de *gateway* (Dantas, 2002, p. 216). De forma mais específica, os routers são responsáveis pela recepção dos pacotes de nível inferior, pelo tratamento do cabeçalho de inter-rede destes pacotes, descobrindo qual o roteamento necessário, pela construção de um novo pacote com novo cabeçalho de inter-rede e, quando necessário, pelo envio do novo pacote para o novo destino. (Dantas, 2002, p. 216)

Figura 19: Comunicações numa rede processadas por um router e um switch



Fonte: Kurose & Ross, 2013

2.4.2 Topologia Física das Redes

A topologia Física de uma rede local é o modo pela qual uma rede é organizada fisicamente e compreende os enlaces físicos de ligação dos elementos computacionais da rede. Dois ou mais dispositivos se conectam a um *link*; dois ou mais *links* formam uma topologia. Existem as seguintes topologias básicas: estrela, barramento e anel. (Forouzan, 2007, p. 9)

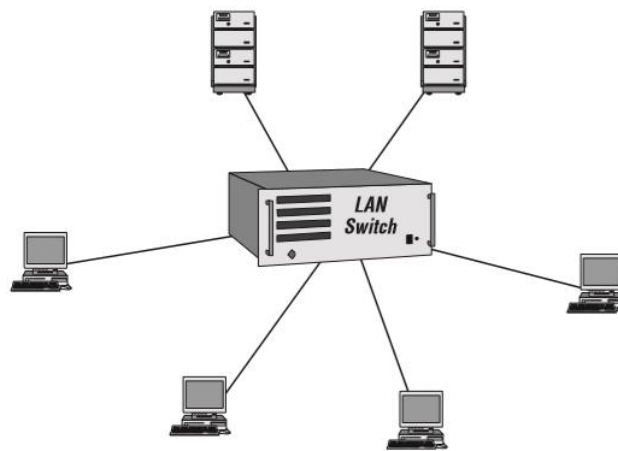
A escolha da topologia física é um processo de extrema importância para um projeto de rede, uma vez que influencia diretamente nos custos de implementação e no desempenho da rede. Cada uma das topologias apresenta vantagens e desvantagens: uma rede em anel torna mais fácil aos computadores coordenarem o acesso e detetarem

se a rede está operando corretamente, mas é desativada se um dos cabos for cortado; uma topologia em estrela ajuda a proteger a rede de danos num único cabo, uma vez que cada cabo conecta somente uma máquina; barramento exige menos fios que uma estrela, mas tem a mesma desvantagem de um anel. (Comer, 2007, p. 120)

2.4.2.1 Topologia em Estrela

Segundo Franciscatto (2014, p. 32), a topologia em estrela possui esta denominação pois faz uso de um dispositivo central na rede (*hub*, *switch* ou *router*) que faz a comunicação entre os diversos computadores e demais dispositivos da rede, assim como mostra a figura 20. Deste modo, qualquer computador que queira trocar dados com outro computador na mesma rede deverá enviar esta informação ao dispositivo central para que o mesmo faça a entrega dos dados. Este equipamento de rede possui assim a função de realizar o fluxo de dados e a gestão da rede.

Figura 20: Topologia em Estrela



Fonte: Seifert & Edwards, 2008

Cada estação de trabalho está ligada diretamente a um dispositivo central, mas numa rede local pode existir vários pontos centrais, de modo que cada módulo central esteja conectado a um outro principal módulo central., e nestes casos a topologia é designada por **Estrela Estendida**. (Barros, 2006, p. 19)

Figura 21: Topologia Estrela Estendida



Fonte: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1446/1/CD-2129.pdf>

Segundo Dantas (2002, p. 151), a topologia em estrela foi uma das primeiras na área de redes de computadores. Entretanto, após o sucesso da tecnologia Ethernet, ocorreu uma migração para o uso de redes com tecnologias em barramento, mas nos últimos anos a topologia Estrela voltou a ser bastante utilizada nas LANs através de dispositivos concentradores. A comunicação nas redes atuais com a topologia em Estrela é geralmente feita de forma comutada (*Switched*), pois a comunicação com a utilização de *hubs* tornou-se inviável, principalmente pela alta taxa de colisões e pela vulnerabilidade relativamente à segurança dos pacotes. (Dantas, 2002, p. 150)

Para Torres (2001, p. 298), uma grande vantagem desta topologia é a sua flexibilidade, pois ao possuir um concentrador, caso um dos cabos de rede se rompa, apenas a comunicação entre o concentrador e a máquina conectada será interrompida. Mas se uma falha ocorrer no nodo central todo o sistema poderá parar. A solução para este problema implica a redundância do nó central, que em contrapartida acarreta aumentos nos custos. De uma forma geral a desvantagem associada à utilização da topologia Estrela é o custo de implementação, que poderá ser relativamente maior que nas restantes topologias, mas o seu uso justifica-se pelo nível de desempenho.

2.5 Redes *Wireless*

Existem muitas semelhanças entre Ethernet e *Wireless* LANs. Ambas permitem a troca de *frame* entre elementos da rede, ambas são definidas pelo IEEE (sendo 802.3 para Ethernet e 802.11 para WLANs), ambas possuem cabeçalhos e *trailers*, sendo que o cabeçalho contém os endereços MAC de origem e de destino, existindo a maior diferença no modo como os dados são transmitidos. Em redes Ethernet os *frames* são transmitidos por meio da geração de sinais elétricos em cabo metálico, ou de sinais luminosos em fibra ótica. Já as redes *Wireless* utilizam ondas de rádio para a transmissão de *frames*. (Fillipetti, 2008, p. 72)

A principal tecnologia de redes locais sem fios, WLAN, é popularmente conhecida pelo seu nome comercial Wi-Fi⁴. No entanto, este representa apenas um nome comercial, sendo a tecnologia propriamente identificada pelos diferentes padrões **IEEE 802.11**, que são implementados no *chipset* MAC dos rádios dos dispositivos *wireless*. Ao longo dos últimos 20 anos, a tecnologia Wi-Fi evoluiu em diferentes padrões, desde o 802.11 (1997) original, passando pelos padrões 802.11b (11Mbps), 802.11a (54Mbps), 802.11g (54Mbps) e 802.11n (300Mbps), até chegar ao atual padrão 802.11ac (1Gbps), sendo os padrões mais utilizados atualmente o 802.11ac e 802.11n.⁵

▪ Topologias de Rede *Wireless*

Nas redes *wireless* existem duas topologias básicas: topologia *Ad Hoc* e a topologia de Infraestrutura.

Na **Topologia *Ad Hoc***, um dispositivo *wireless* comunica com um ou mais dispositivos diretamente, de forma *peer-to-peer*, sem a necessidade de passar por um *access point*. Nestes casos, o dispositivo envia WLAN *frames* diretamente de um para o outro [assim como demonstrado na figura 22]. (Odom, 2008, p. 305)

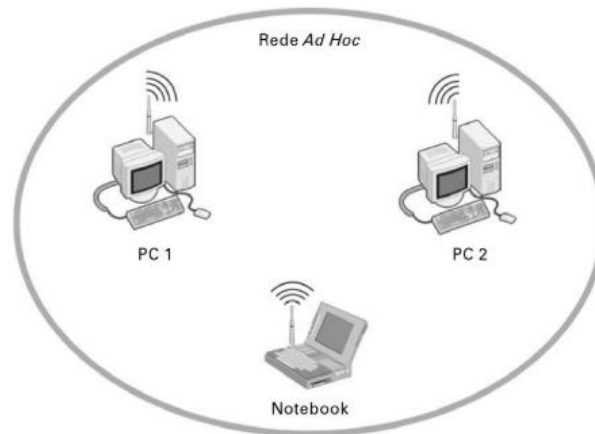
Para poder operar desta forma, só precisamos dispor de um *SSID* igual para todos os nós, além de não ultrapassar um número razoável de dispositivos, o que pode reduzir

⁴ Relativo à *Wi-Fi Alliance*, que é um consórcio do setor que incentiva a interoperabilidade de produtos que implementam padrões de WLAN através do programa certificado Wi-Fi.

⁵ **Fonte:** <https://medium.com/ubntbr/planejamento-de-canais-em-wlan-wifi-como-fazer-673233cccc6f>

o rendimento da rede. A topologia *Ad Hoc* é útil em locais com poucos computadores, que não necessitam de conexão com outra rede. (Montico, 2009, p. 32)

Figura 22: Topologia de Rede Ad Hoc

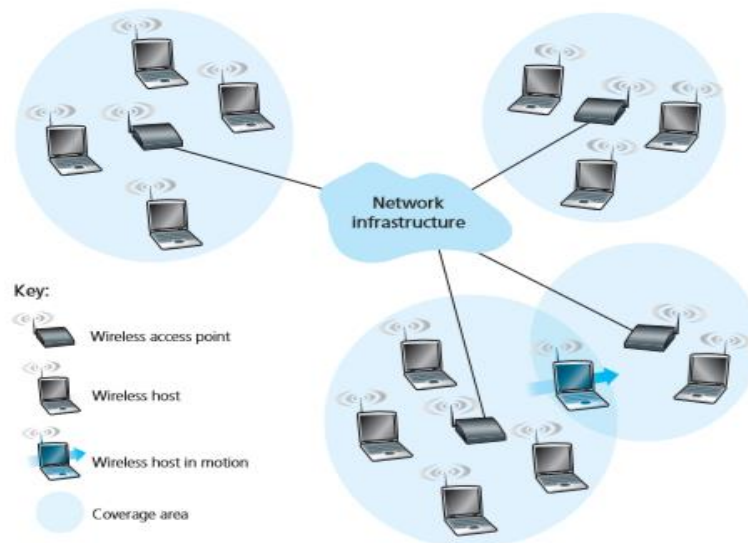


Fonte: Montico, 2009

A **topologia de Infraestrutura**, por sua vez, implica a implementação de um ponto de acesso *wireless* (*Access Point*) conectado à rede Ethernet por meio de um cabo metálico UTP tradicional. Dispositivos conectados por este meio de operação não podem enviar *frames* diretamente um ao outro. Ao invés disso, eles encaminham para o ponto de acesso, e este o encaminha para o destinatário. (Filippetti, 2008, p. 75)

Assim, o *Access Point* (AP) faz-se, por vezes, de nó central, que tem como função encaminhar as rotas até uma rede convencional ou até outras redes distintas. Neste caso, para que se possa estabelecer comunicação, conforme a figura 23, todos os nós devem estar situados dentro da zona de cobertura do *Access Point*. (Montico, 2009, p. 33)

Figura 23: Topologia de Infraestrutura de uma rede Wireless



Fonte: Kurose & Ross, 2013

Um AP possui, na rede *wireless*, funções similares às do *switch* numa rede Ethernet cabeada: fazer os computadores comunicar entre si e efetuar roteamento inteligente de pacotes. Possui uma grande variedade de funções, tais como: funcionalidades de *firewall*, controlo de acesso à internet, servidor DHCP, URL *filtering* (filtro de conteúdo web), *Hosts* DMZ e suporte VPN. (Montico, 2009, p. 38)

Os APs definem as células da WLAN, que são as áreas de cobertura de sinal pelo qual os dispositivos Wi-Fi são capazes de enviar e receber dados com sucesso. Porém, as áreas de cobertura geradas por um AP dependem de uma série de fatores, como potência de transmissão, frequência utilizada, interferências e obstruções (Filippetti, 2008, p.80). Nos APs, placas de interface de rede e outros dispositivos de WLAN, usam rádio e sua antena para enviar e receber as ondas de rádio [do *espectro eletromagnético*⁶], fazendo pequenas alterações na onda para codificar os dados a serem transmitidos. Semelhante à eletricidade em fios de cobre e à luz sobre cabos óticos, as ondas de rádio WLAN emitem um sinal repetido que pode ser representado graficamente com o tempo (ver figura 24).

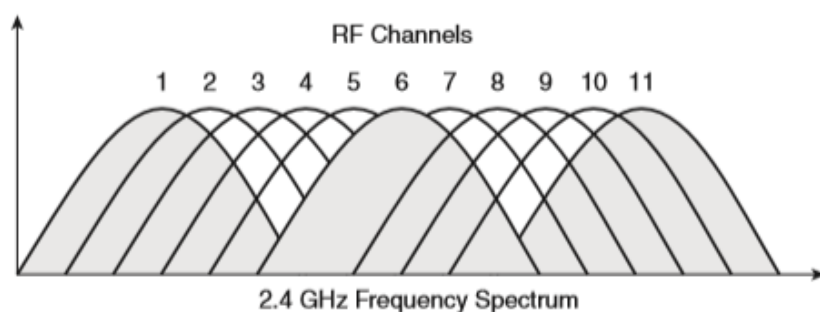
⁶ Conjunto de todas as frequências da radiação eletromagnética. Divide em 7 intervalos de frequência de ondas eletromagnéticas, dentre as quais as ondas de rádio usadas para transmissão de sinais de TV, rádio, telefonia celular, etc. **Fonte:** <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico.htm>

Figura 24: Representação gráfica de uma onda⁷



As redes Wi-Fi operam em frequências de 2.4 GHz ou 5GHz. A faixa de 2.4 GHz é a mais restritiva em número de canais (onze canais, como exemplificado na figura 25), entretanto a mais utilizada e mais poluída em termos de interferência, pois todos os dispositivos WLAN suportam essa faixa, compartilhada com outros dispositivos. Já a faixa de 5 GHz possui mais canais, maior velocidade e menos interferência, porém, quanto maior a frequência, menor o alcance do AP e nem todos os terminais suportam esta faixa.⁸

Figura 25: Canais de transmissão na faixa de frequência 2.4 GHz



Fonte: Odom, 2008

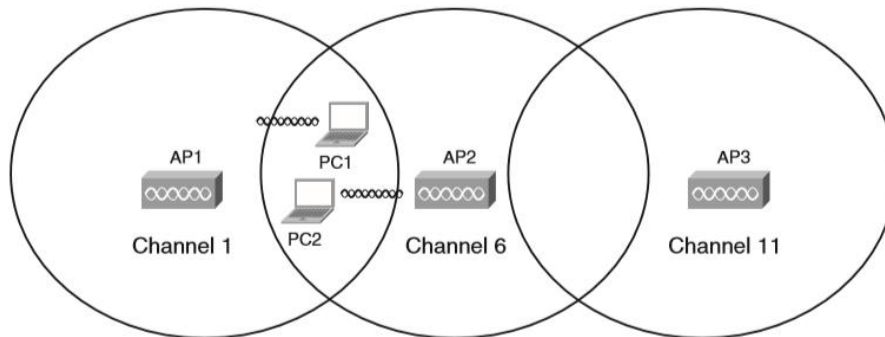
Quando projetada uma rede *Wireless* de modo estruturado, com mais de um *access point*, os *access points* com áreas sobrepostas devem ser configurados com diferentes canais não sobrepostos. Embora a maioria dos canais se sobrepõe, na faixa 2.4GHz, o que poderá implicar interferências na comunicação, mas os canais 1, 6 e 11, não se sobrepõem o suficiente para impactar uns aos outros, assim esses canais podem ser

⁷ **Fonte:** <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/ondas.htm>

⁸ **Fonte:** http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredeswlanad/pagina_3.asp

configurados num mesmo espaço para comunicações WLAN, conforme demonstrada na figura 26. (Montico, 2009, p. 39)

Figura 26: Utilização de canais não sobrepostos



Fonte: Odom, 2008

▪ Interferências

De acordo com Filippetti (2008, p. 79), uma rede WLAN pode sofrer interferências originadas nas mais diversas fontes. Podem ser causadas por outras ondas de rádio transmitidas na mesma frequência utilizada pela WLAN (telefone sem-fio, micro-ondas, etc.) ou por barreiras físicas existentes no trajeto da onda de rádio, como paredes, piso e teto. Interferências físicas (barreiras) podem causar **atenuação** (enfraquecimento) do sinal de rádio emitido, limitando o seu alcance.

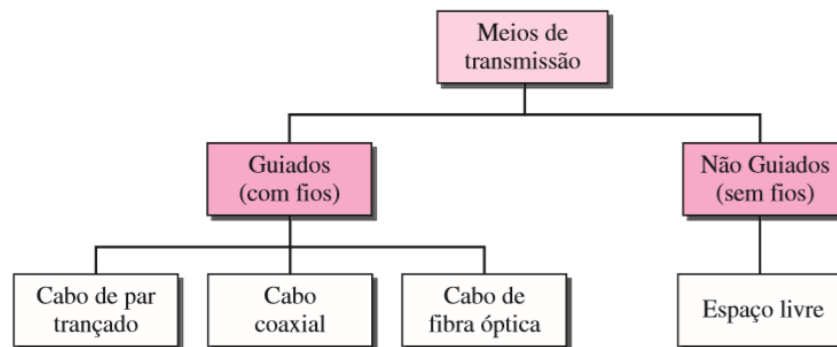
A atenuação do sinal ocorre porque o sinal é parcialmente absorvido pelo material presente na barreira. Outros tipos de barreiras físicas podem refletir o sinal, especialmente se a barreira conter uma grande quantidade de metal. Esta reflexão do sinal de rádio pode gerar pontos cegos, onde a WLAN simplesmente deixa de funcionar, ou mesmo a redução do raio de abrangência da rede. (Filippetti, 2008, p. 80)

2.6 Componentes de Cablagem das Redes

Um meio de transmissão pode ser definido como algo capaz de transportar informações de uma origem a um destino e, na comunicação de dados, o meio de transmissão geralmente pode ser o espaço livre, um cabo metálico ou fibra ótica

(Forouzan, 2007, p. 191). Esses meios de transmissão podem ser divididos em duas amplas categorias: **meios guiados** e **meios não guiados**. A figura 27 especifica melhor a definição destas categorias.

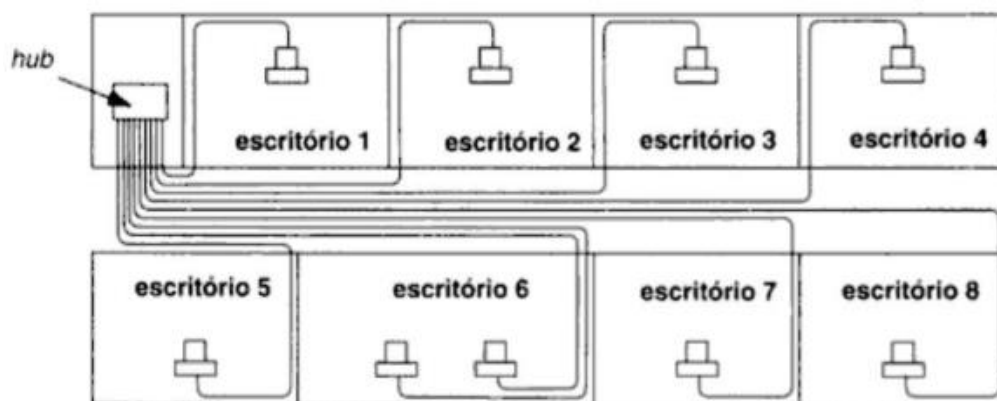
Figura 27: Categorização dos meios de transmissão



Fonte: Forouzan, 2007

Segundo Comer (2007, p. 150), dentre as diferentes gerações de cabeamento de Ethernet, nomeadamente a “Ethernet fina” e a “Ethernet espessa”, a terceira geração foi denominada de “Ethernet de par trançado”, e esta difere drasticamente das gerações anteriores, essencialmente porque estas utilizavam cabos coaxiais como meio de transmissão. A figura 28 ilustra o cabeamento Ethernet de par trançado.

Figura 28: Esquema de cablagem de par trançado em Redes Ethernet



Fonte: Comer, 2007

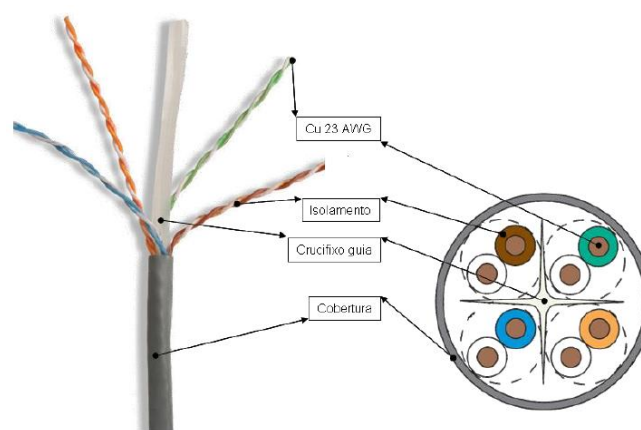
▪ **Cabos de Par Trançado**

Os cabos de par trançados, conhecidos por cabos UTP são utilizados em todos os populares padrões Ethernet [*Fast Ethernet*, *Gigabit Ethernet*, *10 Gigabit Ethernet*].

Como os fios no interior são finos e quebradiços, o cabo possui uma capa externa de plástico flexível para os suportar e cada fio individual possui também um revestimento de plástico fino para ajudar a impedir que os fios se quebrem. (Odom, 2008, p. 52)

Um par trançado consiste em 2 fios de cobre isolados, normalmente com cerca de 1 mm de espessura. Os fios são torcidos juntos de forma helicoidal, para que 2 fios paralelos constituam uma antena fina, conforme esboçado na figura 25. A torção dos fios fornece melhor imunidade ao ruído externo. (Tanenbaum & Wetheral, 2011, p. 97)

Figura 29: Cabo de Par trançado CAT 6



Fonte: Manual ITED, 2009

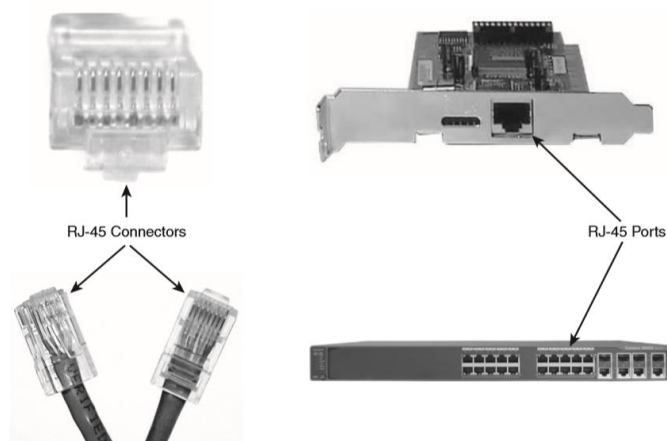
A Associação das Indústrias Eletrônicas (EIA) desenvolveu diversos padrões que classificam os cabos de par trançado em sete categorias. Essas categorias são determinadas pela qualidade do cabo, na qual 3 representa a qualidade mais baixa e 7 a mais alta. São as seguintes: categoria 3, categoria 4, categoria 5, categoria 5e, categoria 6, categoria 6a e categoria 7. (Forouzan, 2007, p. 194)

A Ethernet de par trançado também exige que cada computador tenha uma NIC e uma conexão direta da NIC com a rede. A conexão utiliza cabeamento de par trançado com conectores RJ45. O conector numa das extremidades conecta à interface de rede do computador, e na outra extremidade conecta ao *switch* assim, cada computador tem uma conexão dedicada ao *switch*. (Comer, 2007, p. 153)

▪ Conectores RJ45

O RJ45 é um conector chavetado, pelo que só pode ser inserido de uma única forma num recetáculo RJ45, geralmente denominado de porta RJ45, ambos (conector e porta) ilustrados na figura 26.

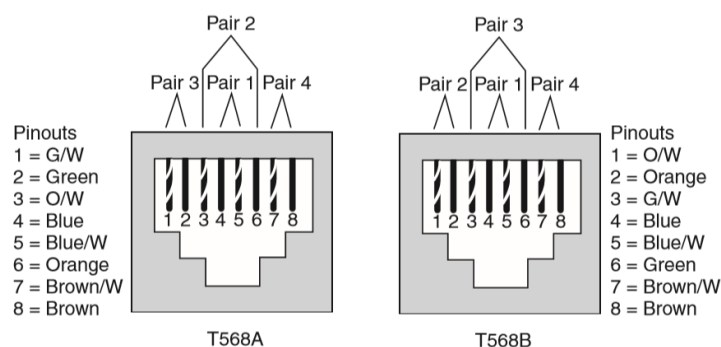
Figura 30: Conectores e Portas RJ45



Fonte: Odom, 2008

Os conectores RJ45 tem 8 posições de pinos, sendo requerido que cada fio do cabo UTP seja conectado corretamente nas posições dos pinos, para que a comunicação possa fluir. A escolha de qual cor de fio vai para qual posição de pino, deve estar em conformidade com os padrões Ethernet, ilustrados na figura 31. As corporativas industriais, TIA e EIA, definem os padrões para os cabos UTP, código de cores para os fios e colocação padrão dos pinos nos cabos. (Odom, 2008, p. 55)

Figura 31: Padrão EIA/TIA para cabos Ethernet



Fonte: Odom, 2008

CAPÍTULO III: PROJETO DE REDE PARA UMA UNIDADE HOTELEIRA EM CABO VERDE

3.1 Apresentação do Hotel Maria do Carmo

O Hotel Maria do Carmo situa-se na Avenida Marginal, na cidade do Mindelo, São Vicente, numa área extremamente privilegiada em termos paisagísticos, no centro da frente marítima da Cidade, permitindo usufruir de vistas deslumbrantes, o que lhe confere qualidades relevantes para o setor Hoteleiro. Este empreendimento encontra-se ainda em fase de construção, sendo o promotor a SCI – Spencer Construções & Imobiliária, LDA.

O Hotel Maria do Carmo terá qualificações para obtenção de uma classificação de no mínimo “4 Estrelas”, o que transmite a ideia de que confere grau de conforto e qualidade elevada dos seus serviços.

O empreendimento hoteleiro abrange uma área total de implantação de **1520.27 m²** e possui 6 pisos, divididos em dois conjuntos. O primeiro constituído pelos pisos: **Piso -2, Piso -1, Piso 0, Piso 1** e o segundo por três edifícios: **Edifício I, Edifício II e Edifício III** que ocupam o Piso 2 e o Piso 3.

O empreendimento hoteleiro irá contar com um total de 63 (sessenta e três) quartos, e para além destes, também Bares, Esplanadas, Restaurantes, áreas de lazer com Piscina, Áreas Administrativas e demais compartimentos que serão descritos mais adiante.

De acordo com o “Estudo de Viabilidade”, estima-se que o Hotel venha a ter nos próximos anos, uma taxa de ocupação de 75%, o que traduz-se num total de 47 quartos ocupados diariamente, correspondendo aproximadamente a 82 hóspedes por dia presentes no Hotel.

Apresenta-se de seguida a descrição funcional de cada piso, com o objetivo de proporcionar uma melhor compreensão do Projeto de Rede de Comunicações Unificadas que este TCC propõe para esta Unidade Hoteleira.

Piso -2: possui uma **área total de 776,20 m²**, distribuídos por um salão multiuso (com 125.92 m²), um salão de beleza, restaurante com capacidade para 100 lugares (área de 115.20 m²) e uma esplanada com capacidade para 70 lugares (área de 98.57 m²). Este piso também possui uma Área Administrativa para Restaurantes, que abrange uma área de 25.3 m² e possui 3 estações de trabalho.

Piso -1: possui uma **área de 850.30 m²** e abriga o terceiro setor de Hospedagem, com um total de 19 quartos, também distribuídos longitudinalmente.

Piso 0: conta uma **área total de 1040.12 m²** e recebe o primeiro setor de hospedagem, com um total de 17 quartos, distribuídos longitudinalmente ao longo de um corredor. Neste piso fica a **Receção** (Balcão com 2 *workstations*), um *back office* de apoio à Receção, com 2 *workstations*, e recursos de circulação vertical (escadas e elevador). Situam-se também instalações da área Administrativa do Hotel, divididas em 3 compartimentos, sendo estes: sala de **Administração 1** (17.67 m² e 1 *workstation*), sala de **Administração 2**, (12.00 m² e 2 *workstations*) e sala de **Administração 3** (20.27 m² e 5 *workstations*); e ainda a “Sala de Equipamentos” com 4.42m².

Piso 1: contempla uma **área total de 1362.25 m²** e é o segundo setor de hospedagem do hotel, com 17 quartos. Neste piso, a ala sudoeste está reservada para as instalações técnicas de apoio como cozinha, lavandaria, instalações destinadas aos colaboradores do hotel, áreas para armazenamento, entre outros. Já no lado oposto, encontra-se um grande espaço dividido em duas Salas de Conferência. Possui ainda uma Receção própria com 1 *workstation*.

O segundo conjunto do hotel é constituído por três edifícios conforme descritos em baixo.

▪ **Edifício I**

Este primeiro edifício dispõe de uma área comum que funciona como núcleo de acesso e distribuidor geral do Hotel, através do qual é garantido o acesso a 4 suítes, do piso 2.

- **Edifício II**

Localizado mesmo na posição central, acolhe a sala de chá, no piso 2, e mais 2 suítes no piso superior, ou seja o piso 3.

- **Edifício III**

O terceiro edifício é semelhante ao segundo, porém menor em altura e largura, e abriga uma grande sala para eventos no piso 2, e 2 suítes no piso superior, piso 3.

O piso 2 possui uma **área total de 354 m²** e abrange a área de piscina, as áreas ajardinadas e de descanso.

O piso 3 possui uma **área de 130 m²**.

Figura 32: Hotel Maria do Carmo



Fonte: Memória Descritiva do Projeto do Hotel

3.2 Projeto para a Rede de Comunicações Unificadas

3.2.1 Objetivos Gerais do Projeto

O projeto em questão deverá atender as necessidades do Hotel no que diz respeito às comunicações de dados, voz e vídeo, sendo essencial ter em consideração os objetivos técnicos a que cada tipo de comunicação deverá atender. Nesse contexto será projetada de modo a garantir os seguintes requisitos:

- **Escalabilidade:** este parâmetro deverá garantir a facilidade de expansão da rede futuramente, de modo a adaptar-se facilmente a um possível crescimento da rede;
- **Disponibilidade:** visa garantir o maior percentual de tempo em que a rede estará disponível. Envolve aspetos relacionados com a redundância e recuperabilidade;
- **Desempenho:** este quesito deve garantir aspetos relativos à capacidade (*bandwidth*) adequada, equipamentos adequados e bem dimensionados;
- **Segurança:** deverá garantir a segurança nas comunicações, conferindo proteção à informação, bem como de toda a estrutura que a suporta.

3.2.2 Visão Global da Rede

O sistema de comunicação no ambiente da rede será dividido em dois subsistemas: **subsistema horizontal** e **subsistema vertical**. O subsistema horizontal irá estabelecer as comunicações entre as estações clientes e os Armários de Telecomunicações em cada piso do Hotel. Enquanto o subsistema Vertical irá estabelecer a comunicação entre os subsistemas horizontais de cada piso, interligando-os verticalmente, constituindo assim o *backbone* da rede. Para estas interconexões da rede será adotado o padrão **Ethernet (IEEE 802.3)**, dimensionado em diferentes variações para cada subsistema, de acordo com as necessidades inerentes.

- **Subsistema Horizontal:** para este subsistema, propõe-se a utilização de **cabos UTP de categoria 6**, que atendem aos padrões Gigabit Ethernet (802.3z), permitindo assim transmissões a 1 Gbps, em conformidade com as normas EIA/TIA 568. Assim,

todos os demais componentes, ativos e passivos, do subsistema Horizontal deverão também atender às especificações dos padrões Gigabit Ethernet. Presume-se que neste projeto a largura de banda estipulada para este nível de rede, seja amplamente capaz de corresponder à demanda de tráfego por piso.

- **Subsistema Vertical:** Para o *backbone*, a estrutura vertical da rede, propõe-se a utilização de **Fibra Ótica Multimodo OM3 10 Gbps**, de modo a suportar maior largura de banda do que o subsistema Horizontal, contemplando a sintonia entre os dois subsistemas, permitindo garantir a integração dos tráfegos de dados, vídeo e voz dos subsistemas horizontais em simultâneo, suprimindo assim a necessidade de uma comunicação de qualidade e com maior velocidade.

3.2.2.1 Implementação do Modelo Hierárquico de 3 camadas

Para uma melhor organização da rede, essencialmente a nível lógico, e consequentemente para proporcionar maior facilidade de gestão da mesma, será adotado para este projeto, a implementação do **Modelo Hierárquico de 3 camadas**, que será também um grande aliado para projetar a Rede pretendida.

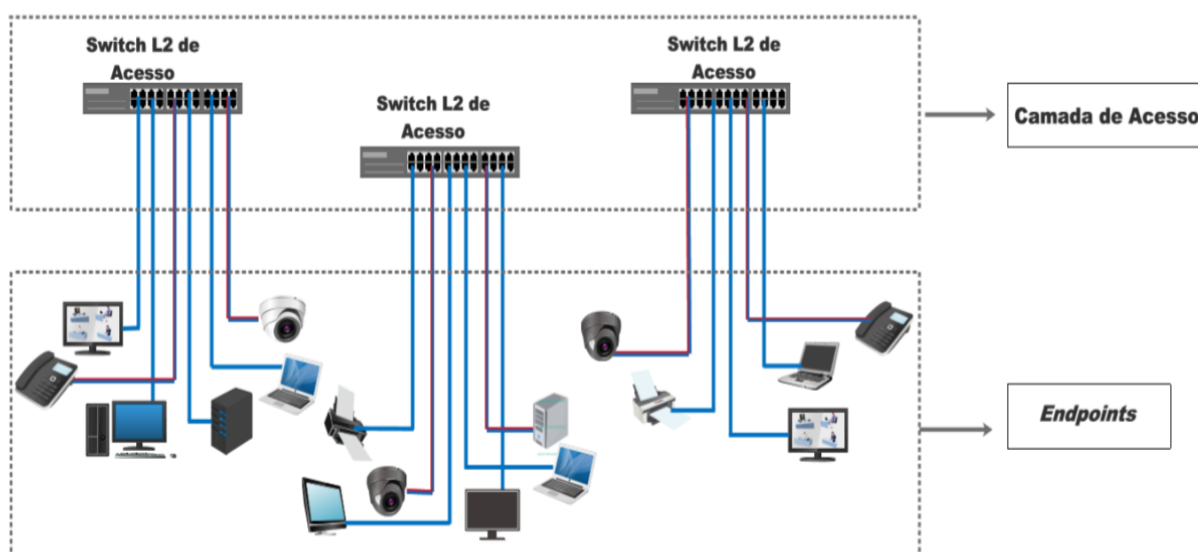
A implementação deste modelo permitirá uma visão muito bem definida da estrutura lógica da rede, uma vez que permite realizar a distinção entre suas camadas lógicas, sendo estas a camada de Acesso, de Distribuição e o Núcleo. Assim, permitirá compreender as exigências de cada camada e implementar adequadamente todos os requisitos da rede. Além do mais, facilitará consideravelmente os futuros processos de gestão e de *troubleshooting* na rede.

O Modelo será implementado neste projeto na sua forma colapsada (ou de Núcleo recolhido), que é o ideal para redes de médio porte e por adaptar-se muito bem ao presente caso. Assim, graças à flexibilidade do Modelo, as camadas de Distribuição e Núcleo serão colapsadas entre si, permitindo a sua implementação em 2 camadas: Camada de Acesso e Camada Núcleo, conforme especificado a seguir.

- **Camada de Acesso:** a camada de acesso é o nível hierárquico logicamente mais baixo do Modelo, responsável por disponibilizar o acesso de todos os *endpoints* à

rede, em todos os cômodos do Hotel. Nesta camada deverão estar conectados os servidores comuns da rede e estabelecidos os controles de acesso. Neste caso, os *Endpoints* representam os computadores enquanto estações de trabalho, os telefones IP, câmaras de Vigilância, *Smart TVs* e todos os demais clientes da rede. Este cenário é esboçado na figura 33. Nesta camada de acesso serão empregues ***Switches Layer 2***, que irão disponibilizar o acesso à rede através dos cabos UTP, à velocidades de 1 Gbps.

Figura 33: Camada de acesso para endpoints



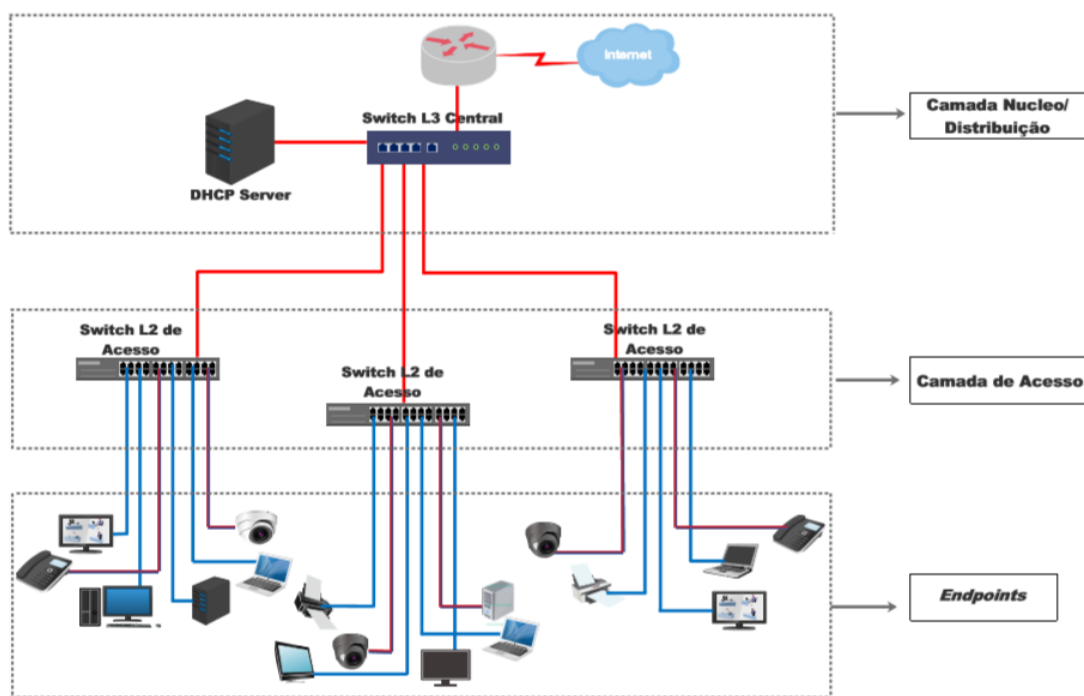
Fonte: Autora

- **Camada Núcleo:** a camada núcleo estará a um nível hierárquico superior à camada de acesso e deverá garantir a conectividade com a mesma. Sua principal função será fornecer acesso de roteamento, filtragem e conexão com os recursos de Internet. Para esta camada deverá ser empregue um ***Switch Layer 3*** que, conforme estipulado, deverá operar em fibra ótica, pois a camada requer altas velocidades por representar o núcleo da rede. Também é nesta camada da rede que deverão estar associados recursos de *Firewall*, políticas de segurança a nível da rede, qualidade de serviço (QoS) e planos de contingência.

Esta camada, principalmente por representar, neste projeto, tanto a Distribuição como o Núcleo da rede, agrega funções cruciais para o bom funcionamento da mesma e

deverá ser passível de alta Disponibilidade, sob pena de gerar altas taxas de *downtime*⁹ à rede, afetando todos os utilizadores finais. Assim, esta camada deverá estar associada à um *Firewall*, que além de cumprir requisitos de segurança nesta camada, poderá futuramente estar sujeito à atuar em casos de *failover*¹⁰.

Figura 34: Definição do Modelo de 3 camadas



Fonte: Autora

3.2.2.2 Segmentação da Rede

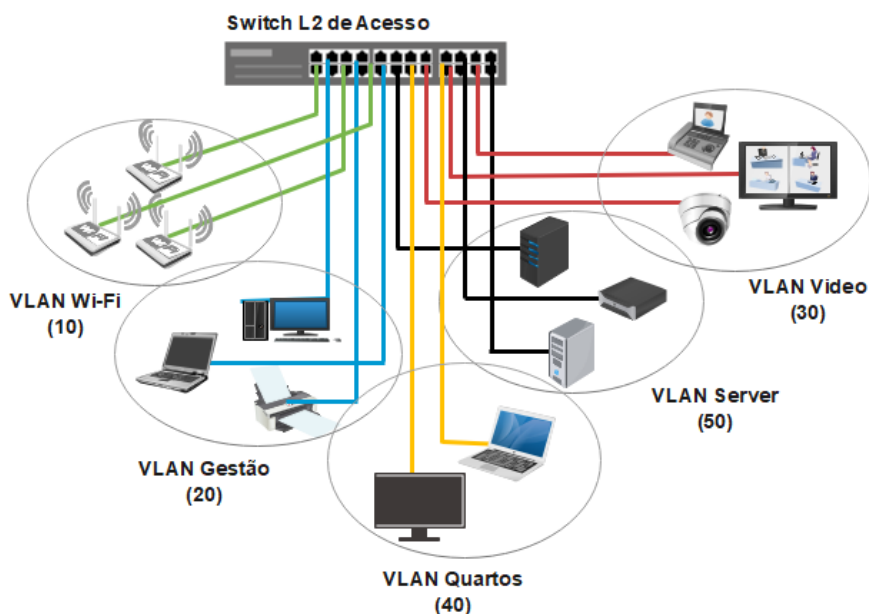
Por questões de desempenho e segurança da rede de comunicação, esta deverá ser logicamente segmentada, através da criação de VLANs (redes virtuais locais) na rede Ethernet. A criação de VLANs permitirá o agrupamento dos diferentes processos de comunicação do hotel de modo conveniente, agregando assim maior flexibilidade à gestão da rede, melhor controlo ao nível de utilização/tráfego e segurança, limitando o acesso entre as diferentes redes.

⁹ Relativo ao tempo de inatividade da rede, no qual o Administrador da rede deve garantir o menor tempo possível do seu acontecimento e quando ocorrer, a prioridade é colocar a rede em funcionamento o mais rápido possível. **Fonte:** Seifert & Edwards, 2008, p. 614

¹⁰ Relativo à tolerância à falhas. Quando um sistema, servidor ou outro componente de *hardware* ou *software* fica indisponível, um componente secundário assume operações, sem que haja interrupção dos serviços. **Fonte:** <https://www.controle.net/faq/o-que-e-failover>

Assim, a rede será segmentada em cinco VLANs distintas, cuja segmentação terá como base os diferentes serviços da rede, originando cinco redes lógicas independentes e com características próprias, sendo estas: a VLAN Wi-Fi (10), VLAN Gestão (20), VLAN Vídeos (30), VLAN Quartos (40) e VLAN Server (50), conforme ilustrado na figura 35.

Figura 35: Segmentação da rede em VLANs



Fonte: Autora

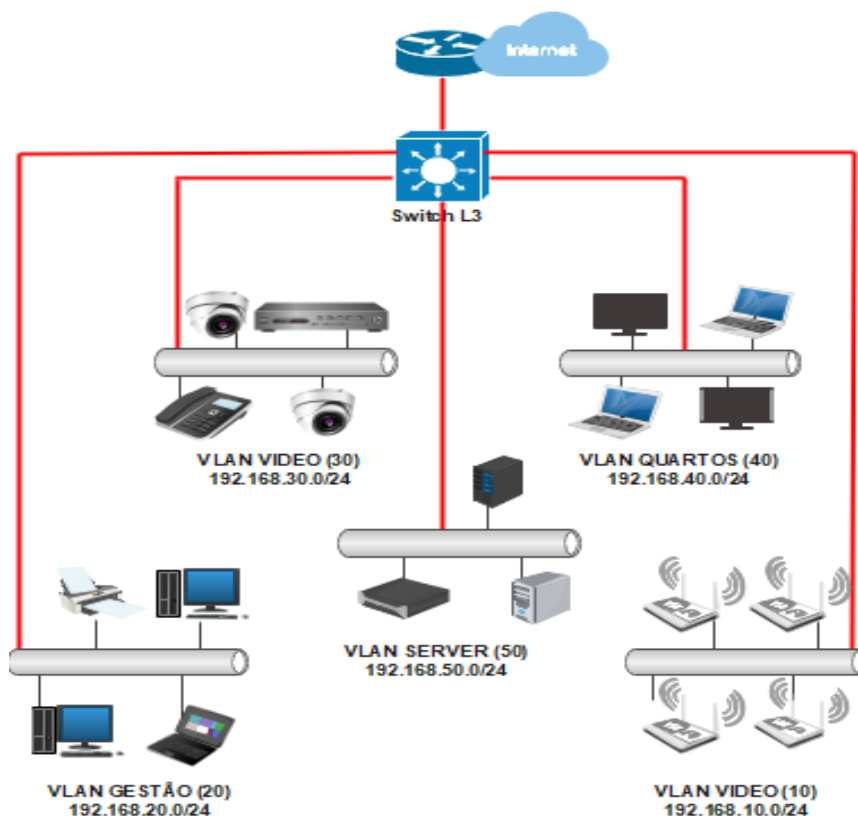
Todas as VLANs deverão ser configuradas em todos os *switches Layer 2* de acesso a todos os pisos, criando assim cinco domínios de *Broadcast* em cada *Switch* da rede, o que permitirá o agrupamento dos mesmos dispositivos de interesse (que constituem cada VLAN) no mesmo domínio de *Broadcast*, independentemente da localização física destes dispositivos nos diferentes pisos do Hotel. Assim, a distribuição será a seguinte:

- **VLAN Wi-Fi:** irá agrupar todos os *Access Points* distribuídos ao longo de todos os pisos;
- **VLAN Gestão:** deverá agrupar todos os computadores, impressoras, etc., que fazem parte das funções administrativas do Hotel;
- **VLAN Vídeo:** todos os equipamentos de CCTV, videoconferência e telefonia IP;
- **VLAN Quartos:** disponibiliza Internet cabeada e IPTV em todos os quartos;

- **VLAN Server:** abrange todos os servidores da rede.

Este agrupamento lógico é demonstrado na Figura 36, onde é possível visualizar a distinção entre os 5 domínios de *Broadcast*.

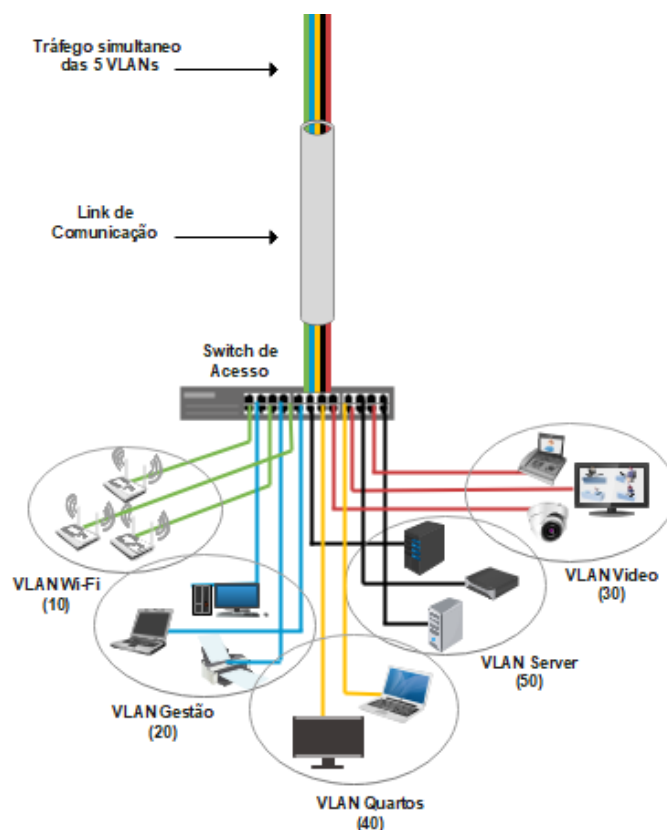
Figura 36: Demonstração lógica da segmentação por VLANs



Fonte: Autora

Em todos os *switches* de acesso da rede deverão ser ativados o protocolo IEEE 802.1Q, para que as ligações com o núcleo operem em modo de *Trunks*. No *switch* da camada Núcleo (*Switch Layer 3*) deverão ser autorizadas a passagem de tráfego de todas as VLANs (VLAN 10, VLAN 20, VLAN 30, VLAN 40 e VLAN 50). Esta propriedade irá permitir uma comunicação eficiente e eficaz entre os *switches*.

Figura 37: *Trunk 802.1Q*



Fonte: Autora

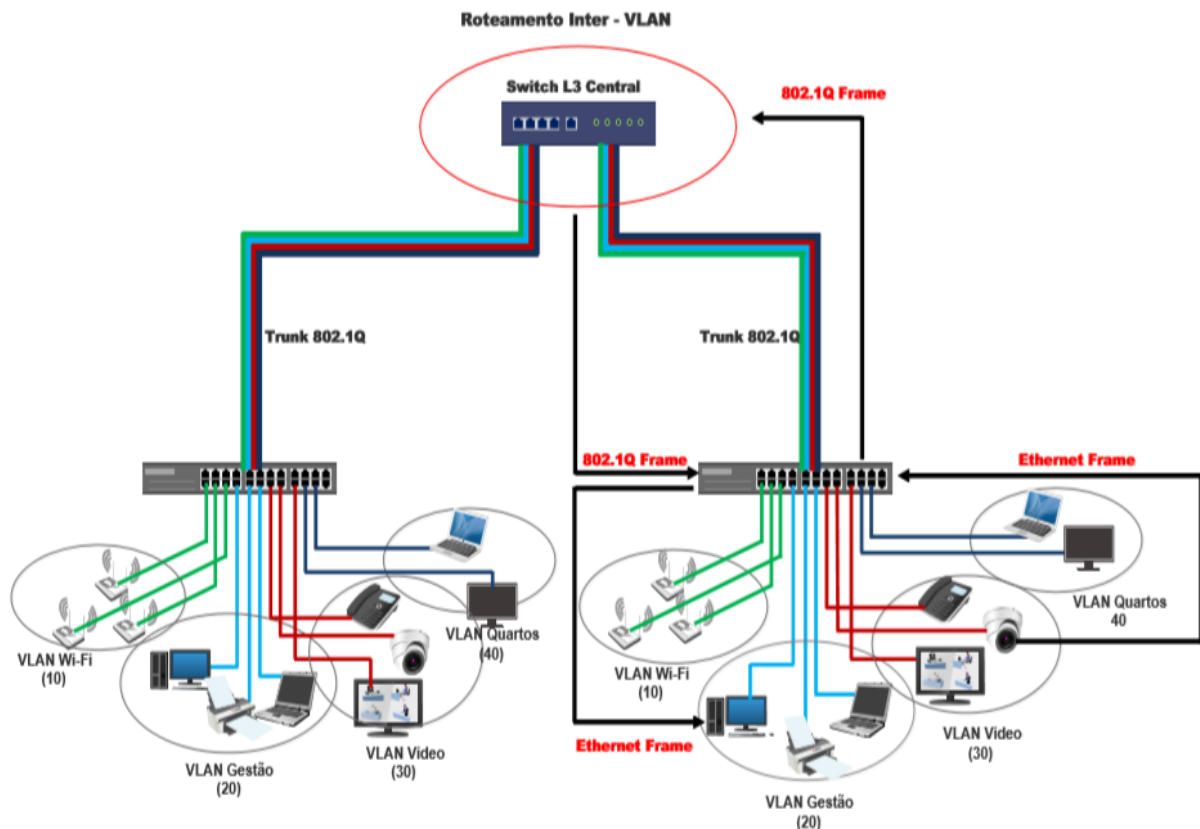
Deverão ser configuradas VLANs por porta, com recurso ao **Protocolo IEEE 802.1x** (protocolo de acesso à redes com base em portas). Assim, as portas de acesso dos *switches* L2 nos diferentes pisos deverão ser configuradas de modo a associá-las às VLANs correspondentes, conforme for previamente configurado.

Para contornar possíveis vulnerabilidade de segurança deste método, uma vez sendo possível o acesso à uma VLAN somente conectando a uma porta correspondente, pensou-se na associação deste método ao protocolo 802.1x que, associado a um servidor RADIUS – Servidor de Autenticação – só permitirá o tráfego nestas portas mediante autenticação do dispositivo cliente.

▪ **Comunicação Inter-VLANs:** A comunicação entre as VLANs será estabelecida na camada Núcleo da rede, através do *switch layer 3*, garantindo assim maior rapidez e desempenho na comunicação. O *switch layer 3* permitirá a criação de *SVIs* (interfaces de redes virtuais) às quais serão associadas as 4 VLANs criadas. As SVI's

encaminharão os *frames* das VLANs para o router interno do dispositivo que se encarregará por sua vez de realizar a interconexão entre as VLANs, assim como demonstrado na figura 38.

Figura 38: Fluxo da comunicação inter-VLAN



Fonte: Autora

3.2.2.3 Endereçamento

Cada VLAN deverá estar alocada numa rede IP diferente e o endereçamento destas redes ficará a cargo de um servidor DHCP, para atribuição dinâmica dos endereços das máquinas clientes. Para tal, no servidor DHCP deverão ser criadas 5 interfaces de redes virtuais (uma interface para cada VLAN). O *link* entre o *switch layer 3* e o servidor DHCP, ambos na camada de Núcleo, deverá ser configurado como *Trunk 802.1Q*.

Deste modo, será possível que as redes se comuniquem com o servidor através de apenas uma porta Ethernet física, otimizando assim a utilização de recursos e auxiliando na simplificação da arquitetura da rede. Na tabela 1 estão retratados os escopos de endereçamento que deverão ser configurados no servidor DHCP.

Tabela 1: Escopos de Endereçamento IP

Segmento	Endereço de Rede	Pool DHCP ¹¹	Endereço de Gateway	Endereço de Broadcast
VLAN 10	192.168.10.0/24	196.168.10.20 – 200	196.168.10.01	196.168.10.254
VLAN 20	192.168.20.0/24	196.168.20.20 – 200	196.168.20.01	196.168.20.254
VLAN 30	192.168.30.0/24	196.168.30.20 – 200	196.168.30.01	196.168.30.254
VLAN 40	192.168.40.0/24	196.168.40.20 – 200	196.168.40.01	196.168.40.254
VLAN 50	192.168.50.0/24	196.168.50.20 – 200	196.168.50.01	196.168.50.254

Fonte: Autora

3.2.3 Rede Wi-Fi

Um acesso de qualidade à Internet é um quesito extremamente importante no contexto deste projeto, podendo ser assim considerado neste caso, um fator crítico de sucesso, uma vez se tratar de um espaço a que se deve conferir lazer e conforto, daí a necessidade de se projetar devidamente a rede Wi-Fi.

3.2.3.1 Objetivos

A implementação da rede Wi-Fi visa proporcionar mobilidade no acesso à intranet, tanto para os Hóspedes como para os Colaboradores do Hotel, com qualidade requerida de modo que a experiência dos utilizadores seja satisfatória. Assim, a rede deverá ser projetada de modo a atender essencialmente o seguinte:

- Área de cobertura suficiente do sinal Wi-Fi, evitando pontos cegos de rede (áreas sem cobertura de sinal);

¹¹ O intervalo de Endereços entre 196.169.x.1 e 196.169.x.19 não constam no *pool* DHCP à fim da utilização dos mesmos para possíveis reservas de endereços, no caso dos ativos de rede, servidores e demais dispositivos (como impressoras) que exigirão concessão de endereço permanente, no que convém, por motivos de organização e melhor gestão, atribuí-los os primeiros endereços.

- Não favorecer sinais fracos ou intermitentes em locais mais distantes;
- Não permitir perda de conexão de dispositivos ao circularem em horizontal e em vertical pelo edifício;
- Prevenir interferências entre os diferentes canais.

3.2.3.2 Equipamentos Utilizados

Para alcançar níveis requeridos de satisfação e eficiência, o planeamento deste quesito será baseado numa seleção criteriosa dos dispositivos que a compõe. Assim, deverão ser utilizados *Access Points*, que no contexto de distribuição de internet *wireless* irão proporcionar melhor cobertura e velocidade de navegação e para aquilo que se pretende desta rede, sugere-se que os *Access Points* (e a rede *wireless* em geral) atendam ao padrão **Wi-Fi 5 (IEEE 802.11ac)**, através do qual a rede deverá possuir essencialmente as seguintes características:

- Usufruir de tecnologia *Dual Band* (suportando Frequências 2.4 e 5 GHz);
- Suportar a criação de múltiplas SSID;
- Alimentar os *Access Points* via PoE;
- Garantir a gestão centralizada através de *Wi-Fi Controller*.

Para a oferta destes requisitos e outros recursos relevantes, serão sugeridos neste projeto, como *Access Point*, a implementação do **Aruba Série 303 - Wave 2 Enterprise Access Points 802.11ac**, modelo 303.

Figura 39: Aruba Enterprise Access Point 802.11ac



Fonte: Aruba Networks ¹²

¹² <https://www.arubanetworks.com/>

Além das especificações essencialmente requeridas, o equipamento foi também selecionado pelas demais características, nomeadamente:

- Alto desempenho a ambientes corporativos de média densidade, como em Hotéis;
- Qualidade de serviço para aplicações de comunicação unificada;
- Fortes recursos de segurança;
- Tecnologia MIMO em ambas vertentes, SU-MIMO e UM-MIMO.

3.2.3.3 Dimensionamento e Distribuição dos equipamentos

É relevante ter em consideração que não se deverá contar com sinais provenientes de pisos adjacentes, uma vez que a densidade mediana do local proveniente da quantidade de paredes e divisões, vigas e demais aspetos de construção, não proporcionarão uma propagação legível do sinal entre os pisos.

Para garantir alta taxa de cobertura, sinais e tráfegos fluentes da rede, deverão ser distribuídos *Access Points* conforme estipulado na tabela 2 e deverá ser melhor visualizado no projeto físico da rede.

Tabela 2: Distribuição de Access Points

Pisos	Access Point	Quantidade	Frequências	Canais 2.4GHz	Canais 5GHz
Piso -2	Indoor	2	2.4/5 GHz	C1 e C11	C36
Piso -1	Indoor	2	2.4/ 5 GHz	C6 e C11	C40 e C44
Piso 0	Indoor	2	2.4/5 GHz	C1 e C6	C48 e C149
Piso 1	Indoor	2	2.4/5 GHz	C11 e C1	C153 e C157
Piso 2	Outdoor	1	2.4/5 GHz	C6	C161

Fonte: Autora

- Para os pisos do conjunto 1 prevê-se a utilização de 2 *access points* por cada um dos pisos, por constituírem áreas de maior densidade (muitas divisões para quartos e salas, logo grandes quantidades de betão, vigas e demais materiais de construção que interferem na propagação de sinal) e pela quantidade de clientes propícios à conexão nestes pisos, devendo ser considerado os diversos dispositivos presentes e passíveis de conexão no local, como computadores, *tablets*, *smartphones*, *smart TVs*, *smart watches*, (...).

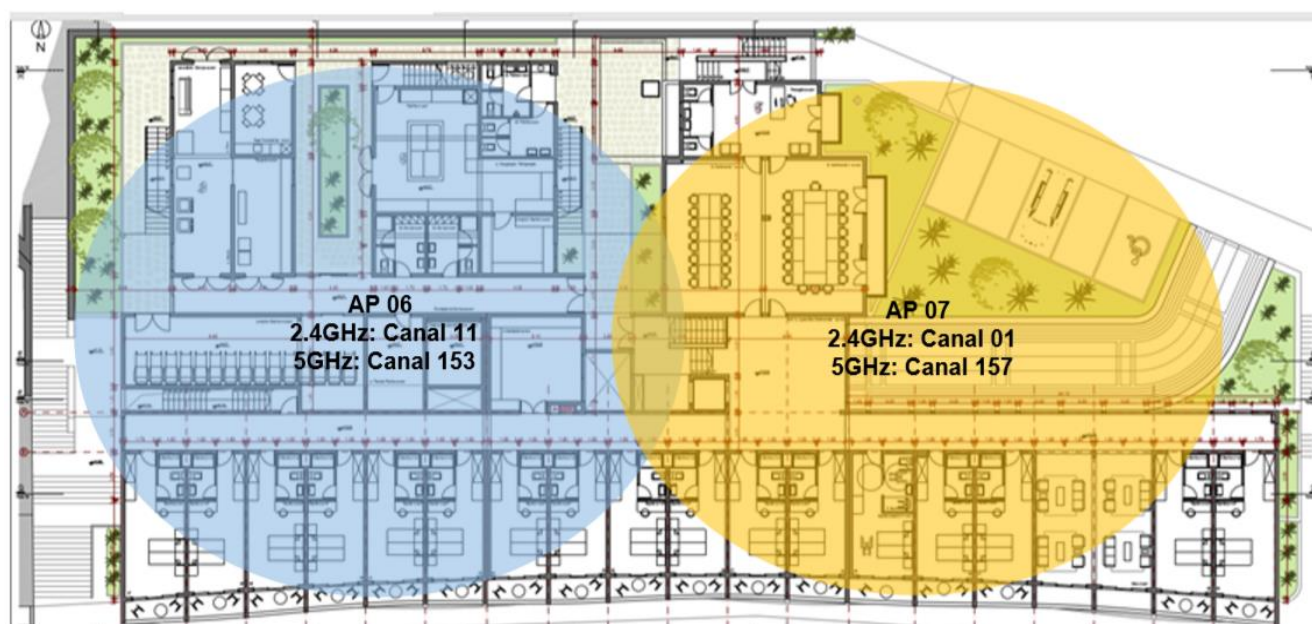
A estratégia baseia-se na redução da cobertura individual do *Access Point* nos referidos pisos (potência reduzida), de modo que os dois AP's atendam a áreas limitadas a clientes realmente próximos, dividindo cada piso em duas células (áreas de cobertura), conforme ilustrado na figura 40.

Esta medida deverá proporcionar diminuição do nível de RSN (Relação Comunicação Ruído) e de atenuação, proporcionando assim uma melhor propagação de sinal aos clientes e melhor tráfego na rede, principalmente para frequências 2.4GHz (mais suscetível a interferências) e melhor performance das faixas 5GHz (que possui alcance mais limitado).

- Para o segundo conjunto, prevê-se a instalação de 1 *Access Point* (em espaço aberto) considerando o piso relativamente menor em extensão geográfica, com reduzidos números de quartos e consequentemente reduzidos agentes causadores de atenuação. Ainda que seja um espaço de lazer, assume-se que este cenário, ilustrado na figura 41, seja capaz de suprir a demanda para o referido conjunto.
- Para a frequência 2.4 GHz dos *Access Points* os canais deverão ser configurados entre: canal 1, canal 6 e canal 11 alternadamente, e com larguras de 20 MHz, de modo a evitar elevados graus de sobreposições e interferências, e por terem células reduzidas com potências ajustadas adequadamente, é possível a reutilização dos canais.
- Para 5 GHz, faixas UNII-1 (36, 40, 44 e 48) e UNII-3 (149, 153, 157, 161).

- Para garantia de circulação em todo o ambiente do Hotel sem perda de sinal, deverá ser estabelecido um determinado grau de sobreposição de células dos AP's, implementado com realização de testes nos próprios locais, através de *site survey*¹³.
- Todos os APs deverão atender à estruturada de rede contemplada, estando estes conectados aos *switches* de acesso de todos os pisos, utilizando cabos UTP CAT6. Em termos lógicos, o seu funcionamento deverá ser isolado na VLAN Wi-Fi previamente definida neste projeto.
- Os APs deverão receber energia elétrica através dos próprios cabos de rede, através da função PoE com suporte do protocolo 802.3af, que deverá ser suportado por todos os *switches* de acesso.

Figura 40: Projeto da rede Wi-Fi no PISO 1



Fonte: Autora (adaptado Projeto Maria do Carmo)

¹³ Realização de inspeção técnica nos locais onde serão instalados os equipamentos de rádio frequência da rede sem fio. Este levantamento tem a finalidade de dimensionar a área e identificar o local mais apropriado para instalação do(s) AP(s) (...). **Fonte:** https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialr wlanman3/pagina_2.asp

Figura 41: Projeto da rede Wi-Fi no PISO 2



Fonte: Autora (adaptado Projeto Maria do Carmo)

3.2.3.4 Diretrizes básicas de funcionamento da Rede WiFi

Como diretrizes básicas requeridas para o bom desempenho da Rede WiFi, propõe-se o seguinte:

- Todos os APs deverão ser geridos por um controlador virtual, ArubaOS;
- Com os APs propostos prevê-se conexões a 300 Mbps nas faixas de frequência 2.4 GHz, e a 867 Mbps em frequências 5GHz;
- Deverão ser definidas pelo menos dois SSIDs, sendo um para os clientes e outro para colaboradores, onde o respectivo SSID deverá permanecer oculto e ambas deverão passíveis de autenticação para acesso, devendo ser utilizado o protocolo WPA2 dos APs para cumprir esses requisitos segurança;
- Os dispositivos dos clientes deverão conectar aos AP's mais próximos, a frequências 2.4 ou 5 GHz, conforme a tecnologia e configurações dos referidos dispositivos e deverão receber IP pela função DHCP que deverá estar ativa em todos os *Access Points*.

3.2.4 Sistema de Video-vigilancia

Para um controlo de segurança apropriado, eficiente, sólido e com facilidades de gestão, propõe-se a implementação de um **Sistema de CCTV IP**, conforme o seguinte.

3.2.4.1 Objetivos

O objetivo da sua implementação é garantir a proteção, através de vigilância em vídeo, minimizando variadas situações indesejadas (como incursões, roubos, etc.) no ambiente interno e externo ao redor do edifício.

O sistema agrupará um conjunto de câmaras IP's, instaladas em pontos estratégicos, que com base no *Layout* do Hotel e tendo em consideração a salvaguarda da privacidade do hóspede, deverão ser monitoradas nos seguintes pontos:

- Todas as entradas e todas as saídas para e do Edifício, incluindo a área de estacionamento;
- Toda a extensão dos corredores e circulações verticais (escadas e elevador);
- Todas as áreas de Restauração e Receção.

3.2.4.2 Equipamentos Utilizados

Deverão ser adotadas diferentes tipos de Câmaras conforme os distintos cenários (Interno e Externo). Porém, em todos os casos deverão ser adotadas câmaras fixas e deverão possuir essencialmente as seguintes características:

- Propriedades antivandalismo (grades, *cases*, etc.);
- LED's infravermelho para boa qualidade de imagem em qualquer circunstância;
- Lentes Varifocais para ajustes finos da área de cobertura, após instalação;
- Funções *Day/Night* com chaveamento automático;
- Sensor de movimentação;
- Alimentação PoE.

Para o **ambiente Externo** ao hotel, deverão ser implementadas câmaras do **tipo Bullet** mais propícias a ambientes abertos, com alcance relativamente maior e constituição à prova de intempéries (resistentes à exposição), agregando ao fato de que seu formato por serem bem visíveis, agregam maior sensação de segurança, desencorajando possíveis atentados.

Para o **ambiente Interno** deverão ser utilizadas câmaras do **tipo Dome**, que se adaptarão melhor ao ambiente interno do Hotel por serem mais discretas, capazes de monitorar todo o ambiente sem causar pressões pela sua presença e visibilidade.

Para armazenamento dos vídeos deverá ser utilizado um *Network Video Recorder* (NVR), pela quantidade considerável de câmaras IP previstas pelo projeto. O NVR deverá estar conectado ao *Switch* L3 central da rede, de modo à receber, armazenar e gerir as imagens de todas as câmaras de todos os pisos.

Ao NVR deverão estar conectados os Monitores do circuito para a monitoração em tempo real, através de cabos HDMI. Os monitores deverão estar situados na receção principal do Hotel, no piso 0, que é definido assim como ponto de monitoração.

Totalizando, os elementos requeridos para a instalação do circuito são:

- 21 Câmaras IP's.
- 1 NVR do tipo *standard*.
- 2 Monitores 32"

3.2.4.3 Estrutura Física

O sistema deverá ser implementado conjuntamente com a estrutura de Rede IP contemplada neste projeto, devendo ser segmentada a nível lógico, de modo à não interferir no desempenho da rede pelo tráfego contínuo e elevado que lhe caracterizam e também para garantir a integridade dos pacotes gerados pelo circuito.

Assim, todas câmaras de vigilância, bem como o NVR, constituem a VLAN Vídeo (30), previamente abordada neste projeto, de modo que os equipamentos deste circuito

façam parte de uma única rede, o que para além de prover maior segurança e desempenho, facilitará a inserção do circuito na estrutura de rede única.

A instalação do sistema de CCTV deverá atender de igual modo a toda infraestrutura de rede, utilizando para instalação das câmaras IP's, os cabos UTP Cat. 6 de acordo com o padrão EIA/TIA 568 A/B, conectados aos *switches* de acesso nos pisos correspondentes. As câmaras deverão ser alimentadas pelos próprios cabos Ethernet, através do protocolo 802.3af PoE.

A distribuição das câmaras ao longo dos pisos do Hotel é estipulada na tabela 3 e melhor visualizada no projeto físico da rede.

Tabela 3: Distribuição das Câmaras IP

Nº de Câmara	Tipo de Câmara	Altura Instalação (m)	Localização	Instalação	Interior/ Exterior
C01	<i>Bullet</i>	2.00	Piso -2	Parede	Interior
C02	Dome	2.00	Piso -2	Teto	Interior
C03	Dome	2.00	Piso -2	Teto	Interior
C04	Dome	2.00	Piso -2	Teto	Interior
C05	Dome	2.00	Piso -2	Teto	Interior
C06	Dome	2.00	Piso -2	Teto	Interior
C07	Dome	2.00	Piso -1	Teto	Interior
C08	Dome	2.00	Piso -1	Teto	Interior
C09	Dome	2.00	Piso -1	Teto	Interior
C10	<i>Bullet</i>	2.00	Piso 0	Parede	Exterior
C11	Dome	2.00	Piso 0	Teto	Exterior
C12	Dome	2.00	Piso 0	Teto	Interior
C13	Dome	2.00	Piso 0	Teto	Interior
C14	<i>Bullet</i>	2.00	Piso 0	Parede	Exterior
C15	<i>Bullet</i>	2.00	Piso 1	Parede	Exterior
C16	<i>Bullet</i>	2.00	Piso 1	Parede	Exterior
C17	Dome	2.00	Piso 1	Teto	Interior
C18	Dome	2.00	Piso 1	Teto	Interior
C19	Dome	2.00	Piso 1	Teto	Interior

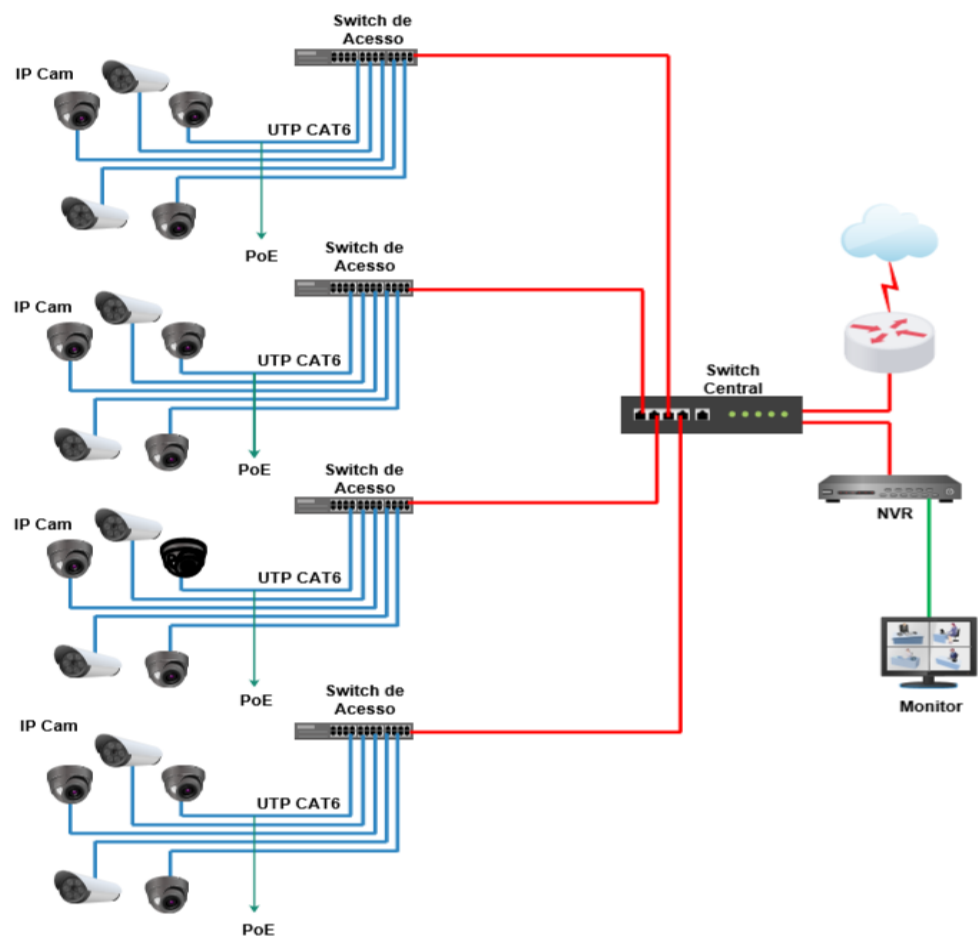
C20	<i>Bullet</i>	2.00	Piso 2	Parede	Exterior
C21	<i>Bullet</i>	2.00	Piso 2	Parede	Exterior

Fonte: Autora

3.2.4.4 Esquema Lógico do Sistema de CCTV

O esquema lógico do sistema de CCTV proposto, será conforme retratado na figura 42.

Figura 42: Esquema lógico de CCTV



Fonte: Autora

3.2.5 Sistema de Telefonia IP

A infraestrutura de rede contemplada neste projeto deverá abranger a implementação de um sistema de Telefonia IP, ou seja, telefonia por meio do *Internet Protocol* que deverá estar em conformidade com os seguintes pressupostos:

3.2.5.1 Objetivos

O objetivo da implementação da telefonia em rede IP é dotar ao Hotel de um sistema capaz de proporcionar a redução dos custos na comunicação de voz, a otimização requerida para uma rede do tipo e garantir ainda as facilidades de gestão.

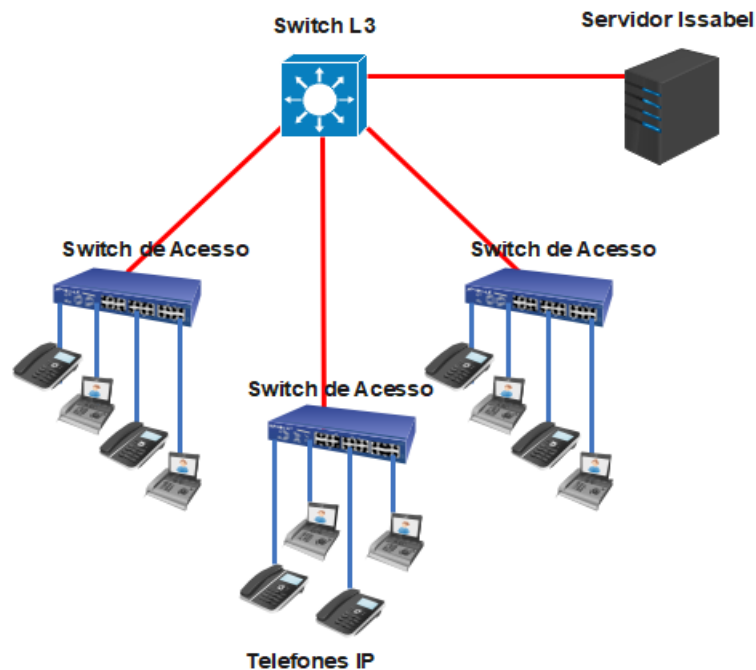
3.2.5.2 Diretrizes para implementação do sistema

O sistema deverá funcionar em torno de uma central telefónica interna ao estabelecimento. Esta centralização deverá ocorrer por meio de um **PABX IP**, que terá todo o controlo da rede de chamadas telefónicas no Hotel.

Os recursos do PABX deverão ser implementados virtualmente, através de um *software* livre, como por exemplo o **ISSABEL**, a ser instalado num servidor de rede. O servidor deverá receber linhas de voz do provedor contratado (CVT – Cabo Verde Telecom ou Unitel T+), através de um *gateway* FXO, que contém as interfaces RJ11 de telefonia.

O sistema será constituído pelo servidor e os ramais, no caso os telefones IP. O servidor deverá estar conectado ao *Switch* L3, que é o dispositivo central da rede, constituindo-se assim parte integrante da camada núcleo da rede. Os telefones IP's deverão estar conectados aos *switches* de acesso em cada piso. O esboço deste cenário proposto para implementação é demonstrado na figura 43.

Figura 43: Esboço do Sistema de Telefonia IP



Fonte: Autora

O Issabel é sugerido como exemplo de servidor típico a ser utilizado neste projeto de Comunicações Unificadas, por facilitar a integração de diferentes processos de comunicação requeridos por um estabelecimento Hoteleiro, capaz de garantir a satisfação dos colaboradores e dos clientes. Neste projeto, a implementação de um servidor do tipo deverá permitir fundamentalmente o seguinte:

- Efetuar/Receber chamadas internas, entre os diversos departamentos e grupos de utilizadores, sobre a rede IP projeto para o estabelecimento;
- Efetuar/Receber chamadas externas ao estabelecimento, mediante configuração de rotas de saída/entrada;
- Criação de grupos de ramais, possibilitando a personalização dos agrupamentos de acordo com as respetivas necessidades;
- Permitir deixar *Voicemails* com suporte para notificações por *email* ou telemóvel;
- Permitir ao administrador da rede ou outro, obter relatórios de chamadas detalhadas, com apoio a pesquisas por data, dimensão e outros critérios;

- Fornecer suporte para filas de espera.

No servidor deverão ser configuradas essencialmente o seguinte:

- Registo de todos os telefones IP associados ao nome e o respetivo código de chamada;
- Na interface FXO deverá ser configurada uma rota de entrada de modo que as chamadas externas recebidas sejam diretamente encaminhadas ao telefone IP da Receção principal do Hotel;
- Também na interface FXO deve ser configurada uma rota de saída, ao qual deverá ser associado um código para efetuar chamadas externas;
- Configurações de controlo e permissão de chamadas entre os diferentes grupos de utilizadores.

Serão implementados neste projeto os três convencionais tipos de telefones IP, sendo estes o *softphones*, telefones IP simples e telefones IP robustos, dependendo assim das necessidades de cada grupo de utilizador definido.

3.2.5.3 Agrupamento dos Serviços

O sistema de telefonia deverá ser segmentado, através de propriedades do servidor, que deverá contemplar inúmeras funcionalidade, de acordo com os critérios devidamente definidos de modo a facultar serviços personalizados e garantir uma boa gestão e uma organização adequada do sistema.

Deverá ser ainda possível seleccionar as tecnologias associadas, de acordo com cada segmento, que melhor satisfazem as demandas de cada um. Assim, propõe-se implementar no servidor o agrupamento dos seguintes serviços:

A. Receção

- Este subconjunto deverá abranger os endereços telefónicos de todas as estações de atendimento/Receção;
- Para esta função, são propostos a utilização de *Softphones* instalados nos computadores, pela praticidade e economia associados.

- Deverão ser configuradas no servidor, o envio de todas as chamadas externas para um ramal deste segmento, que poderão ser posteriormente encaminhadas pelo rececionista;
- Deverão possuir permissões de acesso a maioria das funções da central telefónica, tais como: encaminhamento de chamadas, chamadas internas para todos os ramaís, chamadas externas.

B. Administração

- Este subconjunto deverá abranger todos os telefones das áreas administrativas;
- Também são propostos a utilização de *Softphones* para este setor;
- Gestores, em exceção, deverão possuir telefones IP robustos, com possibilidades de chamadas de vídeo, variedade de formas de atendimentos, etc.;
- De modo geral, poderão ter permissões para chamadas externas, encaminhamento de chamadas, envios de *voicemail*, gravações de chamadas, etc.

C. Restauração

- Nesta segmentação estarão incluídos os endereços telefónicos das áreas da Cozinha, Copa, Sala de Chá e Restaurantes;
- Deverão ser empregues Telefones IP simples, 1 por compartimento citado.

D. Quartos

- Deverão possuir Telefones IP simples;
- Um telefone por quarto;
- Funcionalidades de chamadas externas diretas bloqueadas;
- Permitir chamadas diretas apenas para o grupo de Recepção e de Restauração.

3.2.5.4 Componentes do Sistema

Para implementação deste sistema, serão essencialmente necessários:

- 1 Servidor VoIP (Tipo Issabel)
- 70 Telefones IP (2 robustos e 68 simples)
- 18 *Softphones* (para computadores) + VoIP *headsets* / *headphone*
- Será utilizada a estrutura da rede, portanto, cabos UTP de CAT 6.

Os telefones IPs à serem implementados nos diferentes cenários estipulados são os seguintes explícitos na figura 43, onde o modelo IP Phone 8865 deverá ser empregue como telefone robusto e o modelo IP Phone 6945 como telefonia simples, à serem empregues nos quartos e áreas de restauração, conforme estipulado no projeto.

Figura 43: Telefones IP físicos adotados para o projeto



Fonte: Cisco IP Phone 8865 e Cisco Unified Phone 6945 *Datasheets* (Adaptado)

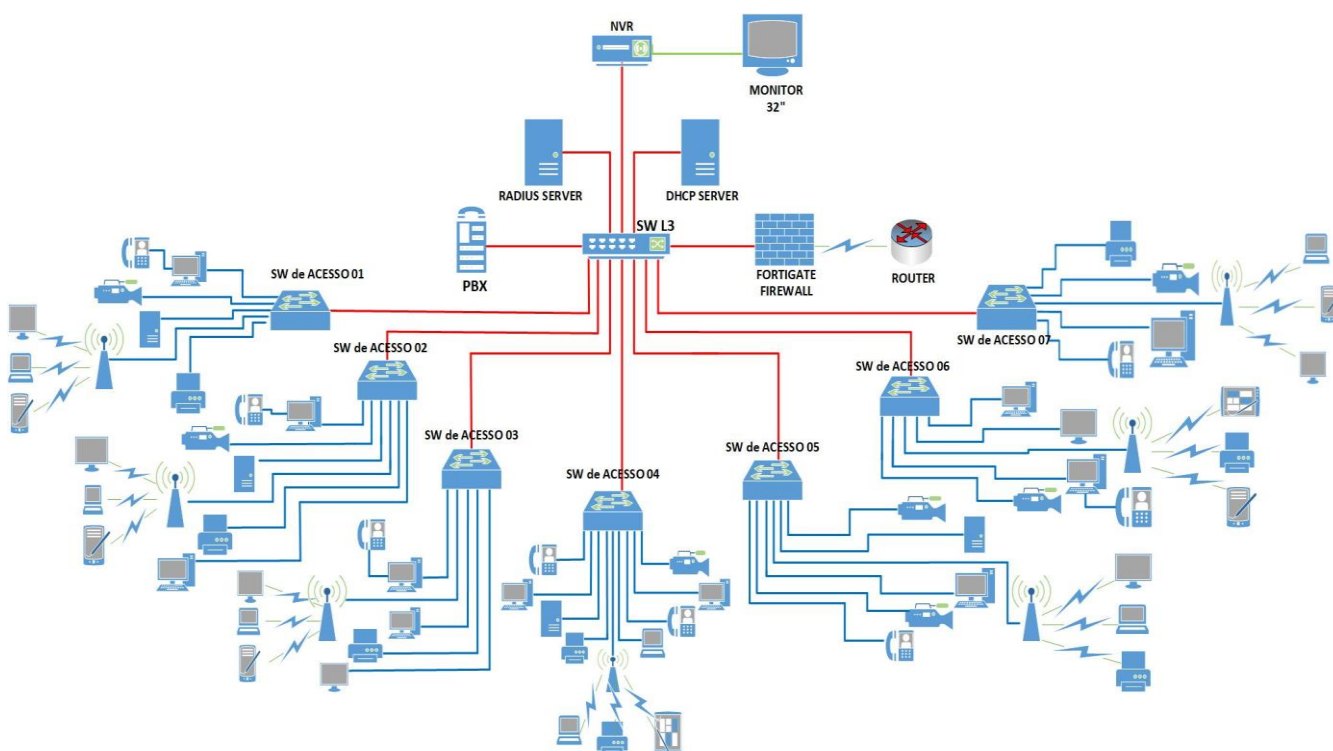
3.2.5.5 Considerações

Todo o sistema de telefonia IP deverá estar inserida na VLAN Vídeo, e esta por ser considerada uma aplicação crítica da rede, pela sua conceção em tempo real, os pacotes provenientes deste sistema poderão possuir prioridade de tráfego, se conveniente pelo administrador da rede com base em análises de tráfego, suportado pelo protocolo 802.1p, de Qualidade de Serviço (QoS).

3.2.6 Diagrama Global da Rede

O diagrama global da rede esboçado na figura 44, visa proporcionar uma vista real daquilo que se propõe para as Comunicações Unificadas neste Hotel, retratando a interligação de todos os diferentes dispositivos a serem utilizados em cada um dos sistemas de comunicação (dados, voz e vídeo) e que constituem globalmente a rede de suporte. Com este diagrama é possível perceber como poderá ocorrer os fluxos de dados, numa rede de comunicações unificadas, com origens e destinos variados, em função do tipo de comunicação.

Figura 44: Diagrama Global da Rede



Fonte: Autora

3.2.7 Projeto Físico da Rede

O desenvolvimento do projeto físico envolve aspectos relacionados com a sua implementação física, contemplando o levantamento e distribuição dos dispositivos de interconexão e diretrizes para a componente cablagem.

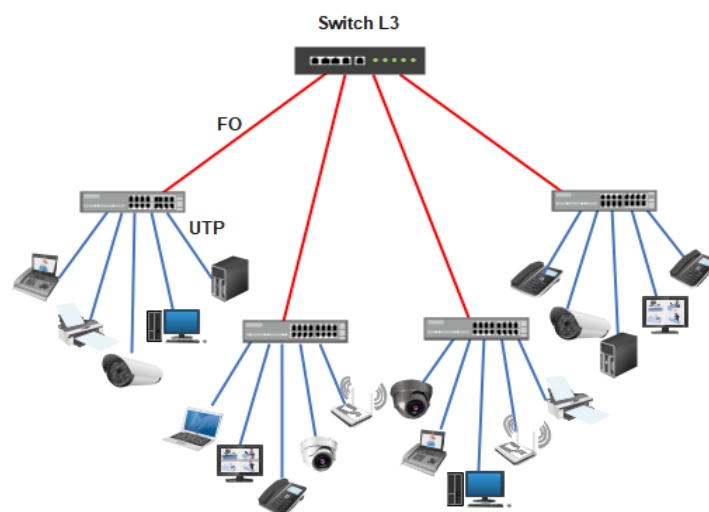
3.2.7.1 Topologia Física

A conceção lógica da rede, de cariz comutada, leva à implementação de uma topologia física em **Estrela Estendida** (figura 45). Esta topologia permitirá conexões independentes, conferindo assim maior tolerância a possíveis falhas de cablagem.

É assumido para este projeto uma ligação Híbrida, tendo em conta os diferentes meios utilizados, cabos de cobre e fibra ótica. A descrição da mesma é a seguinte:

- Cada subsistema Horizontal da rede irá originar uma ou mais redes em Estrela, por piso, em que os vários dispositivos clientes estarão interligados a um dispositivo central, os *switches* de acesso, que serão responsáveis pela comunicação entre os demais dispositivos clientes, constituindo assim redes em estrelas por Cabo de Cobre (UTP).
- Cada rede em Estrela, nos diferentes pisos, deverá estar conectada a um dispositivo central, o *Switch* de Distribuição/Núcleo, responsável pela comunicação entre os demais *Switches* de acesso, constituindo a rede estrela em Fibra ótica.

Figura 45: Topologia Física da Rede em Estrela Estendida



Fonte: Autora

3.2.7.2 Dimensionamento e distribuição dos *Switches*

Os equipamentos ativos deverão ser dimensionados de acordo com o fluxo de dados gerados pela rede e com base na demanda de conexões requeridas.

Para a **camada de Acesso**, o cenário requer *switches* com essencialmente os seguintes requisitos técnicos:

- Ser de *layer 2*
- 48 portas Gigabit Ethernet (1 Gbps)
- 2 portas *uplink* SFP+ (10 Gbps)
- Suporte ao 802.1af (PoE)
- Suporte ao 802.1q (suporte à criação de VLANs)
- Suporte ao 802.1x (suporte à autenticação)
- Suporte ao 802.1p (suporte à QoS)

A função PoE nas interfaces dos *Switches* de acesso é essencial para alimentação dos *Access Points*, Telefones IP e Câmaras de Vigilância, em que estes deverão injetar a energia elétrica por meio da infraestrutura de rede, com autonomia garantida pela instalação de um sistema de proteção de energia (UPS) nos *Racks* dos andares para fornecimento de energia contínua a estes *switches* e consequentemente aos dispositivos PoE. Ao adotar o padrão 802.1af, os *switches* deverão entregar até 15Watts por porta do *switch*, que neste projeto irá suprir a demanda de potencia por equipamento PoE previsto.

A demanda de *switches* a serem utilizados neste projeto depende da demanda de conexões de acesso em cada piso do Hotel, referentes às tomadas de rede, das câmaras IP e dos *Access Points*. Assim, prevê-se o seguinte cenário:

Tabela 4: Distribuição dos switches por piso

Piso	Demanda /Piso	Quantidade de SW	Portas/SW
Piso -2	26 Conexões	1 SW	1 X 48 Portas
Piso -1	43 Conexões	1 SW	1 X 48 Portas
Piso 0	70 Conexões	2 SW	2 X 48 Portas
Piso 1	65 Conexões	2 SW	2 X 48 Portas
Piso 2 e 3	28 Conexões	1 SW	1 X 48 Portas

Fonte: Autora

Com base nos requisitos técnicos requeridos para os *switches* de acesso, recomenda-se neste projeto a implementação do modelo apresentado na figura 46, que satisfaz os requisitos desta camada, conforme estipulado neste projeto.

Figura 46: Aruba 2530G Switch J9853A



Fonte: Aruba networks

Para camada núcleo definida neste projeto, os principais requisitos técnicos são de que este seja de *Layer 3*, atendam à quantidade de portas necessárias à conexão de todos os dispositivos previstos, com saídas de *fibra* ótica que operem à velocidades de 10 Gbps (módulos SFP+), para que atendam por sua vez às necessidades de *Uplink* dos *switches* de acesso. Para tal, recomenda-se o equipamento ilustrado na figura 47.

Figura 47: Aruba 3810M 16 SFP+ Switch (JL075)¹⁴



Fonte: Aruba Networks

¹⁴ Datasheet: https://www.arubanetworks.com/assets/ds/DS_3810SwitchSeries.pdf

Para garantir a segurança lógica da rede, deverá ser implementado ainda na camada Núcleo, um *firewall*, que atuará conjuntamente com o *switch layer 3*, sendo recomendado neste projeto a utilização do *Firewall Fortigate 100D*, ideal para estruturas medianas, no que diz respeito á relação custos/benefícios.

Figura 48: Firewall Fortigate 100D serie



Fonte: Fortigate 100D Series Datasheet

3.2.7.3 Diretrizes da Cablagem de Rede

A componente cablagem constitui a base de suporte a toda a comunicação em rede, interferindo diretamente na qualidade e eficiência da mesma. Assim, a previsão das suas diretrizes neste projeto deverá garantir um sistema genérico, organizado e escalável.

A estruturação deste sistema deverá suportar todas as aplicações de Dados, Voz, Multimídia e Vídeos, garantindo qualidade de tráfego e a menor propensões a falhas possível. Para tal, será levado em consideração boas práticas padronizadas por normas mais apropriadas para os diferentes aspetos do sistema de cablagem.

A implementação deste sistema nesta Unidade Hoteleira deverá ter como base os dois principais subsistemas definidos neste projeto: Subsistema Vertical e Subsistema Horizontal.

3.2.7.4 Conexão com Redes Externas

Deverá ser definida no projeto uma Entrada no Edifício, através do qual será realizada a ligação com o cabeamento externo. Assim, junto à entrada no edifício, deverá então ser instalada uma Câmara de Visita Multioperador (CVM), com a caixa que deverá albergar a tubagem do edifício, prevendo a ligação às redes públicas de telecomunicações.

Neste contexto, todas as linhas oriundas de provedores externos de serviços, deverão ser recebidas na CVM, que por sua vez deverá garantir a interligação ajustada ao Armário de Telecomunicações Principal, na sala de equipamentos no Piso 0.

3.2.7.5 Armários e Espaços para Alojamento dos Equipamentos

Para centralização dos equipamentos, ativos e passivos, que compõe os subsistemas de cablagem da rede, serão alocados **Armários de Telecomunicações (AT)**, Principal e Secundários, que deverão estar situados em locais escolhidos criteriosamente, de modo a garantir a segurança e preservação dos componentes da rede, bem como maior facilidade de lançamento dos cabos, horizontal e verticalmente, devendo assim estarem em posições mais centrais possíveis no edifício.

Os AT's Secundários serão os **Distribuidores de Piso** e o AT Principal será o **Distribuidor de Edifício**.

Para o conjunto I do Edifício, constituído pelos 4 pisos, deverão ser alocados 3 ATs secundários, a serem instalados nos pisos: Piso -2, Piso -1 e Piso 1. Esses AT's serão o ponto de convergência dos cabeamentos horizontais dos pisos, assim deverão abrigar essencialmente *patch panels* e *switches* de cada piso e demais equipamentos necessários à estruturação deste subsistema, que deverão ser interligados às tomadas de rede nos diferentes compartimentos do piso.

Os componentes do subsistema horizontal do Piso 0 deverão ser albergados no AT Principal, e não secundário, na sala de Equipamentos cito no mesmo piso, ocorrendo assim uma acumulação de funções do AT Principal.

Para o conjunto II, constituído pelos pisos 2 e 3, deverá ser alocado apenas um AT. O Piso 3, pela sua dimensão relativamente reduzida e pelo baixo povoamento de tomadas previsto, assim como estipulado em norma ISO/IEC 11802, deverá ser servido pelo piso 2, imediatamente inferior, do mesmo conjunto.

Para o *Backbone* da rede será alocada a **Sala de Equipamentos** (SE) no Piso 0, que deverá conter o distribuidor de edifício. A SE será alocada no Piso 0, em posição mais centralizada no edifício, de modo a facilitar a distribuição dos cabos verticalmente.

A SE deverá ser equipada com um AT Principl, no caso de maior dimensão, abrigando os principais equipamentos da rede, como servidores, o *router*, *firewall*, *switch* Núcleo (e os de acesso do Piso 0), Servidor DHCP, painéis de manobra com *patch panels* e distribuidor ótico, equipamentos de telecomunicação de provedores e demais equipamentos da rede de maior complexidade.

A SE é um ambiente crítico do edifício, que requer maior atenção em aspetos de segurança, tanto física como lógica. Assim, para esta sala é importante garantir os seguintes requisitos:

- Alimentação elétrica estabilizada, protegida com circuito de terra e contra sobretensão;
- Controlo ambiental, evitando exposição direta a raios solares, com ventilação natural ou controlo ambiental;
- Temperatura ótima entre 18 à 26° C e humidade relativa entre 30 a 55% (ótima);
- Controlo de Acesso: porta de acesso de largura superior a 90 cm, a abrir para o lado de fora, com fechadura de segurança;
- Não deve existir canos de água ou gás a passar sobre a sala;
- É preferível a implementação de um piso falso, capaz de garantir a minimização da poeira e da eletricidade estática; e também a utilização de materiais não combustíveis.

3.2.7.5.1 Diretrizes para Cablagem do subsistema Horizontal

A cablagem do subsistema Horizontal tem por objetivo interligar todos os pontos de conexão do piso aos ATs no piso correspondente.

Tendo em consideração a topologia em Estrela adotada para a rede, todos os cabos do piso deverão estar conectados ao (s) *Switch (es)* de acesso do piso à que corresponde. Para restringir o manuseio direto aos *switches*, por motivos de segurança do ativo de rede, organização e facilidades de manutenção, a norma EIA/TIA 568 recomenda a instalação dos *patches panels*, de modo a espelhar todas as portas do

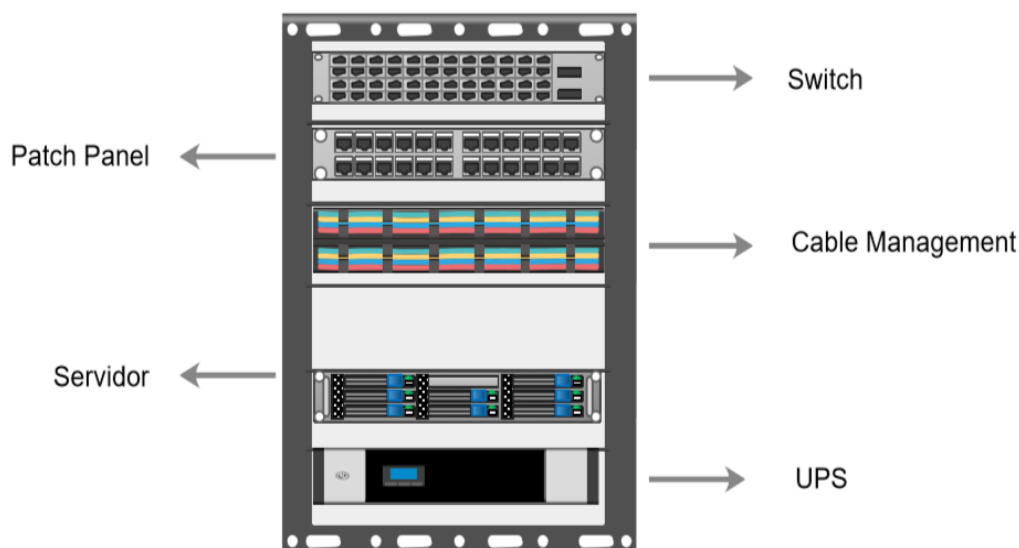
switch no referido equipamento passivo, e que deverão estar conectados entre si através de *patch cords*.

Assim, todos os cabos horizontais provenientes das diferentes instalações dos pisos deverão estar conectados aos *Switches* por intermédio dos *patch panels*.

Os cabos deverão percorrer horizontalmente sobre teto falso, em caminhos de cabo metálicos e deverão ter suas terminações em tomadas ISO 8877 (vulgo tomadas RJ45). Do teto falso às tomadas RJ45, os cabos deverão percorrer por tubos de metal embebidos na parede, cujo diâmetro deverá ser definido com base na quantidade de cabos à percorrer em simultâneo no seu interior.

Todos os elementos deste subsistema, como os *Patch Panels*, Tomadas de rede, Cabos de rede, (...), deverão ser do mesmo fabricante de modo a garantir maior otimização dos componentes entre si. Assim como estipulado, o conjunto de todos estes elementos deverão estar organizados no AT (*Rack*) de cada piso, conforme a figura 49.

Figura 49: Armário de Telecomunicação de piso



Fonte: Autora

Para uma implementação eficaz desse subsistema, os principais componentes que o compõe deverão atender a diretrizes bem específicas e bem dimensionadas, assim como estipulado adiante.

3.2.7.5.1.1 Especificações dos cabos de rede

Os cabos de rede são componentes do sistema de cablagem que têm grande influência no resultado de fracasso ou sucesso do sistema. Serão assim estabelecidas neste projeto, diretrizes para que não ocorram situações de má instalação, montagem ou desorganização dos cabos, sob pena de resultar constrangimentos no sistema de cablagem da Rede, prejudicando assim diretamente o seu funcionamento e gestão.

a) *Patch Cords*

- *Patch cords* dos ATs não deverão ultrapassar 3m;
- *Patch cords* nas estações de trabalho não deverão ultrapassar 5m;
- Os limites deverão ser obrigatoriamente cumpridos, mesmo que o cordão esteja sujeito a esticões, flexões, torções, curvas, ingressos de poeira ou pressões.

b) Cabos Horizontais

- Os cabos não deverão estender a mais de 90m dos ATs secundários, às tomadas ISO 8877;
- Devem possuir bainhas externas em PVC, propícias a aplicações interiores;
- Deverão ser evitados cruzamento de cabos com outras canalizações, principalmente energia Elétrica e Água. Deverão estar pelo menos a 10 cm da rede elétrica para evitar interferências eletromagnéticas, e não obstruir pacotes de tráfego.
- Deverão seguir em caminhos mais retilíneos possíveis, evitando principalmente constantes contorções nos cabos.
- Todos os cabos nos *patch panels* deverão estar bem organizados e muito bem identificados com etiquetas idênticas às tomadas de rede correspondentes.
- Não deverá, em nenhuma circunstância, haver cenários com cabos expostos sem proteção pela estrutura de cablagem;
- Devem possuir propriedades retardantes de chama e com reduzida capacidade de fumos.

3.2.7.5.1.2 Dimensionamento dos *Patch Panels*

Os *Patch Panels* deverão ser dimensionados em função dos *switches* estipulados para a camada de acesso, nas cablagens Horizontais. Assim, serão necessários:

- 7 *Patch panels* de 48 portas RJ45 categoria 6.

3.2.7.5.1.3 Dimensionamento dos Armários de Telecomunicações

Conforme estipulado neste projeto, será utilizado 1 AT para cada um dos 4 pisos previamente mencionados, do tipo **Rack mural 19"**, que deverão ser dimensionados de acordo com a demanda do piso e com base nos equipamentos a serem instalados.

Ressalta-se a importância do sobredimensionamento desses ATs em até 50% da capacidade requerida, tendo em conta possíveis expansões da rede futura, garantindo assim a sua escalabilidade, uma vez que a infraestrutura de cablagem deve ser concebida com validade de longo prazo. Assim, o dimensionamento deverá ocorrer conforme a Tabela 5.

Tabela 5: Dimensionamento dos Armários de Telecomunicações

Piso	Tipo de Rack	Dimensões
Piso -2 (AT 01)	15U	760 X 600 X 600
Piso -1 (AT 02)	20U	1000 X 600 X 600
Piso 1 (AT 03)	20U	1000 X 600 X 600
Piso 2 (AT 04)	15U	760 X 600 X 600

Fonte: Autora

Além de bem dimensionados, as instalações dos armários de telecomunicações deverão cumprir requisitos de segurança lógica e física, tais como:

- Porta frontal com vidro de segurança temperado de até 4 mm;
- Painéis laterais removíveis de abertura fácil;
- Entrada e saída da fiação através do painel traseiro;

- Abertura de segurança mediante a utilização de fechaduras;
- Ventilação (ativa ou passiva), além da folga técnica de 1U entre os equipamentos hospedados;
- Bandejas extras para possíveis adições de dispositivos que não comportem o *standard* 19”.

3.2.7.5.1.4 Dimensionamento das Tomadas de Rede

Serão utilizadas **tomadas de telecomunicações ISO 8877** categoria 6 (duplas e individuais, conforme as demandas), servidas a partir dos *Switches* de Acesso de cada piso correspondente.

Para as áreas administrativas, o dimensionamento das tomadas garante uma tomada dupla RJ45, a cada 10m² nas salas, com um possível acréscimo conforme as necessidades requeridas por sala (de acordo com a previsão de equipamentos).

Para os quartos do Hotel, a previsão é semelhante, 2 tomadas individuais por quarto, de modo a promover melhor organização do ambiente e evitar cabos expostos a distâncias relativamente extensas. Estas tomadas deverão permitir conexões para a telefonia IP, IPTVs e/ou demais conexões que poderão ficar ao critério do hóspede.

Assim, a distribuição de tomadas de rede por piso deverá ser feita em conformidade com o seguinte:

Tabela 6: Dimensionamento das tomadas RJ45

Pisos	Tomadas RJ45 Duplas	Tomadas RJ45 Individuais
Piso -2		
Restaurante 1	1	4
Restaurante 2	1	4
Salão de beleza	1	3
Área Administrativa	4	0
Corredor	0	1
Total do Piso	7 TD	12 TI

Piso -1		
Quartos	0	38
Corredores	0	5
Total do Piso	0 TD	43 TI
Piso 0		
Recepção	2	0
Apoio à Recepção	2	0
Área Administrativa 1	2	0
Área Administrativa 2	2	0
Área Administrativa 3	4	0
Quartos	0	34
Corredores	0	8
Total do Piso	12 TD	42 TI
Piso 1		
Copa Funcionário	1	0
Armazém Solarium	1	1
Sala Conferência 1	4	0
Sala Conferência 2	4	0
Cozinha	1	0
Quartos	0	34
Corredores	0	8
Total do Piso	11 TD	43 TI
Piso 2		
Sala de chá	1	2
Salão de Eventos	1	1
Quartos	0	10
Total do Piso	2 TD	13 TI
Piso 3		
Quartos	0	8
Total do Piso	0 TD	8 TI
Total de Tomadas RJ45	32 TD	161 TI

Fonte: Autora

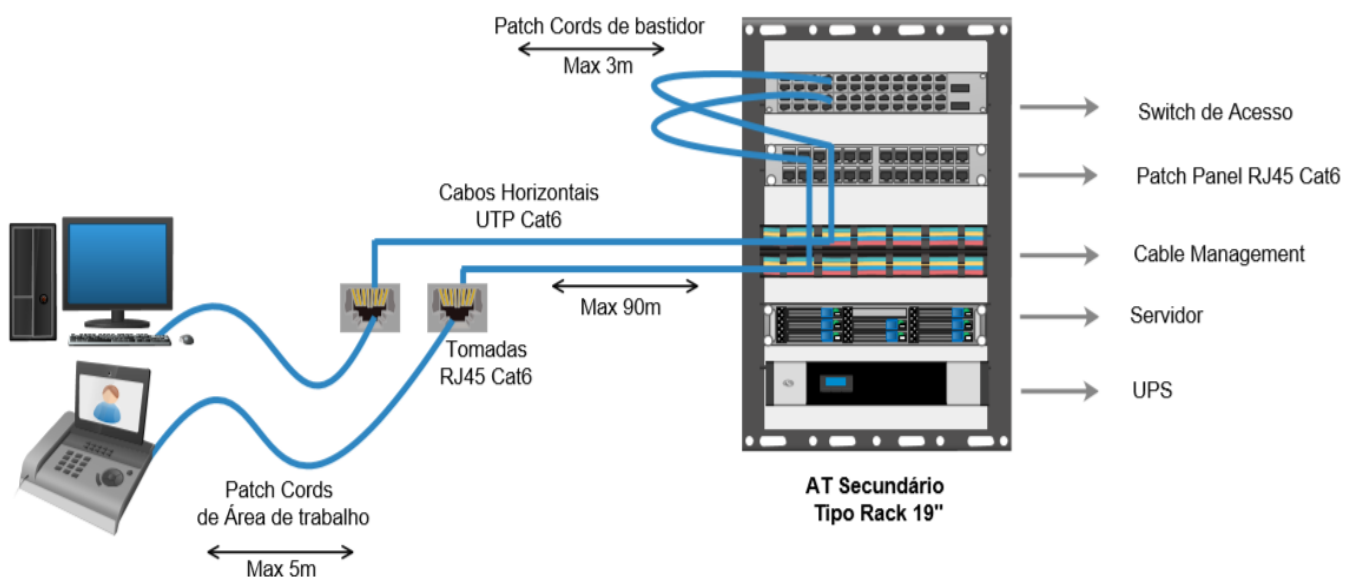
As tomadas deverão cumprir os seguintes requisitos:

- Posicionamento nas paredes a 25cm do piso, em todas as suas instalações em quartos e salas de Administração;
- Posicionamento nas paredes a 2m do piso para TVs, APs e Câmaras de Vigilância;
- Deverão estar devidamente etiquetadas/identificadas de forma visível e indelével, e a mesma identificação deverá ser atribuída aos extremos do cabo e à posição no painel correspondente.
- Qualquer tomada instalada deverá poder atender tanto a equipamentos Informáticos (computadores, Impressoras, ...) como os telefones IP, câmaras IP ou APs, ficando apenas ao critério da escolha do utilizador final.

3.2.7.5.1.5 Diagrama da Cablagem Horizontal

A estrutura da componente Horizontal do sistema de cablagem possui basicamente um cenário conforme representado na figura 50, em qualquer das suas implementações.

Figura 50: Subsistema de cablagem Horizontal



Fonte: Autora

3.2.7.5.2 Diretrizes de Cablagem do Subsistema Vertical

No subsistema vertical, o *Backbone* da rede em fibra ótica, o sistema de cablagem deverá desenvolver-se a partir da Sala de Equipamentos (SE), situada no Piso 0, constituindo assim uma rede em fibra interna ao Hotel.

O principal objetivo da cablagem vertical é a interligação dos subsistemas horizontais, através dos ATs (secundários) de todos os pisos, ao AT principal na SE.

Para conferir maior segurança e organização na cablagem de rede ótica, deverá ser implementado um Distribuidor Interno Ótico (DIO) no AT Principal da rede, de onde se desenvolverá o *backbone*. Isto deverá também evitar manuseios diretos ao *switch* núcleo da rede, o que poderia colocar em risco sua integridade física.

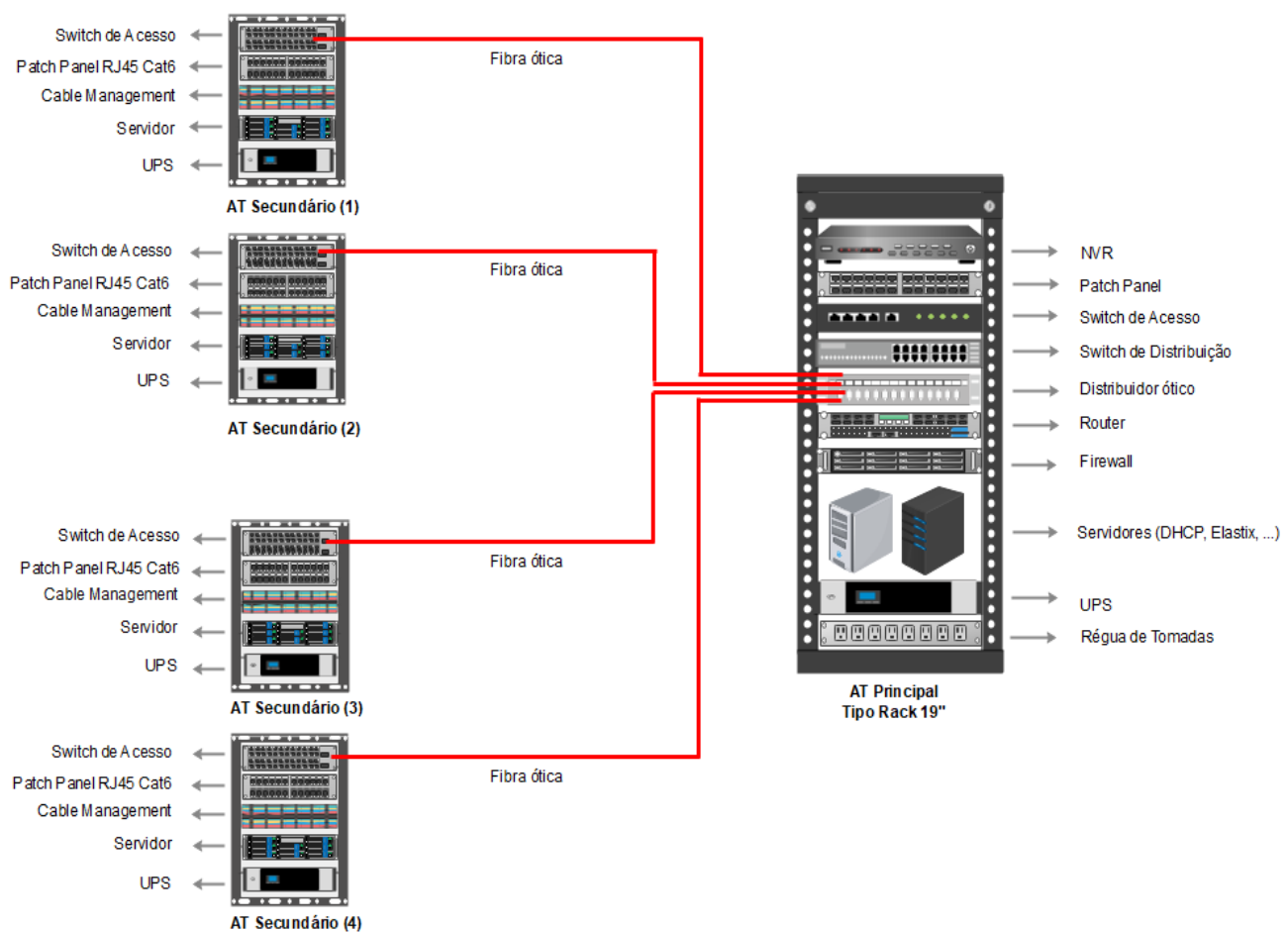
No DIO deverá ocorrer a transição do cabo proveniente da CVM para os cordões óticos. Deverão ser utilizados cordões óticos conetcorizados, com conectores nas duas extremidades, para conexão do *switch* núcleo aos *switches* de acesso. Todos os cabos óticos deverão ter suas extremidades em SPF+.

Assim, a partir do DIO deverá partir verticalmente 1 cabo ótico individual para cada um dos AT Secundários, desenvolvendo assim um *backbone* em Estrela.

3.2.7.5.2.1 Armário de Telecomunicações Principal

O AT deste piso deve abranger os principais componentes da rede em questão e o cumprimento da sua função é esboçado na figura 51.

Figura 51: Subsistema de Cablagem Vertical



Fonte: Autora

Para o AT Principal, conforme mostra a figura 46, deverá ser adotado um armário do tipo **Rack de pavimento com capacidade de 42U's**, seguro e de elevada qualidade de construção. Deverá ainda atender aos seguintes requisitos:

- Ser metálico, com chapa de aço ou alumínio e tratamento anticorrosivo adequado;
- Ter a porta frontal transparente, resistente, rígida e indeformável;
- Dispor de ranhuras laterais e na base para facilitação de ventilação;
- Possuir fechadura na porta frontal, para restrições de acesso;
- Possuir portas e painéis laterais e posteriores amovíveis para maior flexibilidade;
- Permitir a entrada de cabos por cima, por trás ou por baixo do armário;
- Deverá estar equipado com régua de tomadas para alimentação dos equipamentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na atualidade, diante da crescente competitividade do mercado, a implementação das redes de comunicações unificadas passou a ser um imperativo estratégico para as Empresas, independentemente do seu porte ou da sua área de atuação. Cada vez mais é preciso investir em ferramentas e dispositivos tecnológicos de qualidade, que possibilitem a execução de processos de suporte às comunicações, realmente eficientes.

Assim, com o Projeto de Comunicações Unificadas proposto, o Hotel Maria do Carmo irá usufruir de uma infraestrutura que lhe garantirá comunicações flexíveis, seguras e eficientes, proporcionadas pelas tecnologias e soluções existentes no mercado para redes de comunicações, que permitem através de um único meio, realizar a transmissão de dados, voz e vídeo.

A solução a ser implementada tem capacidade para garantir o retorno do investimento a curto, médio prazo e de realçar ainda a segurança e a confiança dos clientes que será garantida, figurando como um elemento diferenciador, somando assim vantagens competitivas e ainda uma maior produtividade das equipas internas.

Com o desenvolvimento deste projeto, foram estudados e apresentados vários conceitos no âmbito das redes de Computadores, que proporcionaram um ganho significativo de conhecimento sobre o tema e que permitiu assim atingir com sucesso os objetivos deste trabalho.

Para trabalhos futuros recomenda-se um estudo de viabilidade de redundâncias ao projeto, essencialmente no núcleo da rede implementada, para melhor garantir o cumprimento dos objetivos técnicos de disponibilidade da rede.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANACOM (2009). *Manual ITED – Prescrições e Especificações Técnicas das Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios*. 2ª edição.

Associação Brasileira de Engenharia de Sistemas Prediais (2017). *Manual Técnico de Redes de Telecomunicações em Edificações*. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG; ABRASIP-MG. 3ª edição.

Canavan, John E. (2001). *Fundamental of Network Security*. USA: ARTECH HOUSE, Inc

Comer, Douglas E. (2015). *Interligação de Redes com TCP/IP*. Rio de Janeiro: Elsevier Editora. 6ª edição.

Comer, Douglas E. (2007). *Redes de Computadores e a Internet*. São Paulo: Bookman Companhia Editora, Ltda. 4ª edição

Dantas, Mario. (2002). *Tecnologia de Redes de Comunicação e Computadores*. Rio de Janeiro: Axcel Books

Elias, Glêdson e Lobato, Carlos (2013). *Arquitetura e Protocolos de Rede*. Escola Superior de Redes, Rio de Janeiro. 2ª edição.

Filippetti, Marco Aurélio (2008). *CCNA 4.1 – Guia Completo de Estudos*. Florianópolis: Visual Books Editora, Ltda.

Filho, Sydney Venturi (2016). *Livro Estácio – Fundamentos de Redes de Computadores*. Rio de Janeiro: SESES. 1ª edição.

Filho, Sydney Venturi. *Tecnologia de Rede de Computadores*. Disponível em: < <http://files.adsestacio.webnode.com.br/200000084-a80afa8641/APOSTILA%201.pdf> >
Consultado em: 17 de Maio de 2020.

Forouzan, Behrouz A., (2007). *Comunicação de Dados e Redes de Computadores*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc. 4ª edição.

Haffermann, Leonardo (2009). *Segmentação de Redes com VLAN*. Artigo de Pós-graduação, Universidade Católica do Paraná. Disponível em: < <https://www.ppgia.pucpr.br/~jamhour/RSS/TCCRSS08A/Leonardo%20Haffermann%20-%20Artigo.pdf> >

Kurose, James F., & Ross, Keith W. (2013). *Redes de Computadores e a Internet. Uma abordagem Top-Down*. USA: Pearson Education, Inc. 6ª edição.

Lopes, Gil Ferreira (2013). *Projeto em instalações Elétricas e de telecomunicações em Edifícios*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

Montico, Matias (2009). *Guia avançado de Redes Wireless*. São Paulo: Universo dos Livros Editora, Ltda.

Moraes, Alexandre F. (2010). *Redes de Computadores: fundamentos*. São Paulo: Erica. 7ª edição.

Moreira, André (2009). *Redes Estruturadas*. Disponível em: <http://static.lvengine.net/jsl/Imgs/content/page_180/redes-estruturadas.pdf> [Consultado em 18 de Novembro de 2019].

Nascimento, Marcelo (2019). “Modelo Hierárquico em 3 camadas” Disponível em: <<http://www.dltec.com.br/blog/redes/varal-de-switch-ou-modelo-hierarquico-em-3-camadas/>> [Consultado em 18 de Novembro de 2019]

Nascimento, Marcelo (2019). “O que é VLAN?” Disponível em: <<http://www.dltec.com.br/blog/redes/o-que-e-vlan/>> [Consultado em 7 de Novembro de 2019]

Oddom, Wendell (2008). *CCENT/CCNA ICND1 Official Exam Certification Guide*. USA: Cisco System, Inc. 2nd Edition

Pinheiro, José Maurício dos Santos (2015). *Guia Completo de Cabeamento de Redes*. Rio de Janeiro: Elsevier Editora. 2ª Edição.

Rocha, Luiz Felipe (2016). *Roteamento e Comutação*. Disponível em <<https://docplayer.com.br/5615672-Roteamento-e-comutacao.html>> Consultado em 19 de Maio de 2020.

Seifert, Rich & Edwards, Jim. (2008). *The complete guide to LAN Switching Technology*. USA: Wiley Publishing, Inc. 2nd edition.

Silva, Jackson Barreto (2017). *Implementação e gerenciamento da telefonia no IFBA no Campus de Jequié usando voz sobre IP e software livre*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco.

Stallings, William (2003). *Arquitetura e Organização de Computadores*. São Paulo: Pearson Education do Brasil. 5ª edição.

Tanenbaum, Andrew S. (2010). *Computer Networks*. United States of America: Person Education Inc. 5ª edição

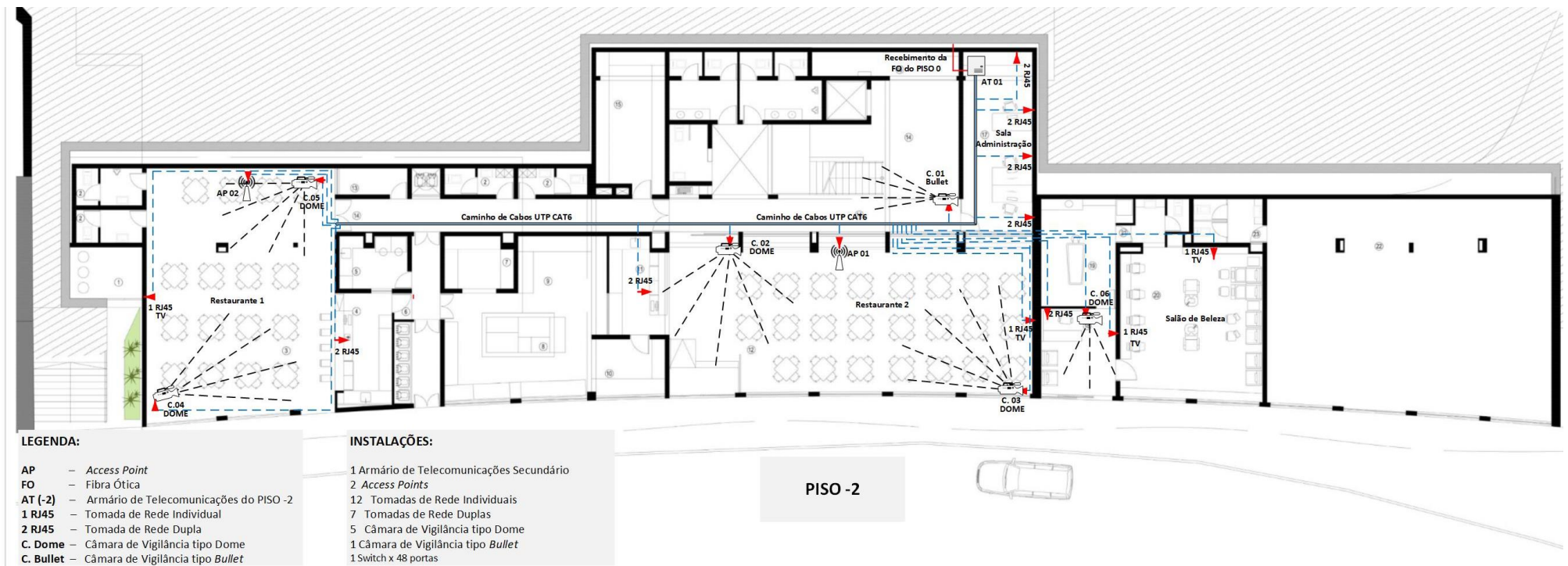
Tanenbaum, Andrew S. & Wetherall, David J. (2011). *Computer Networks*. United States of America: Person Education Inc. 5ª edição

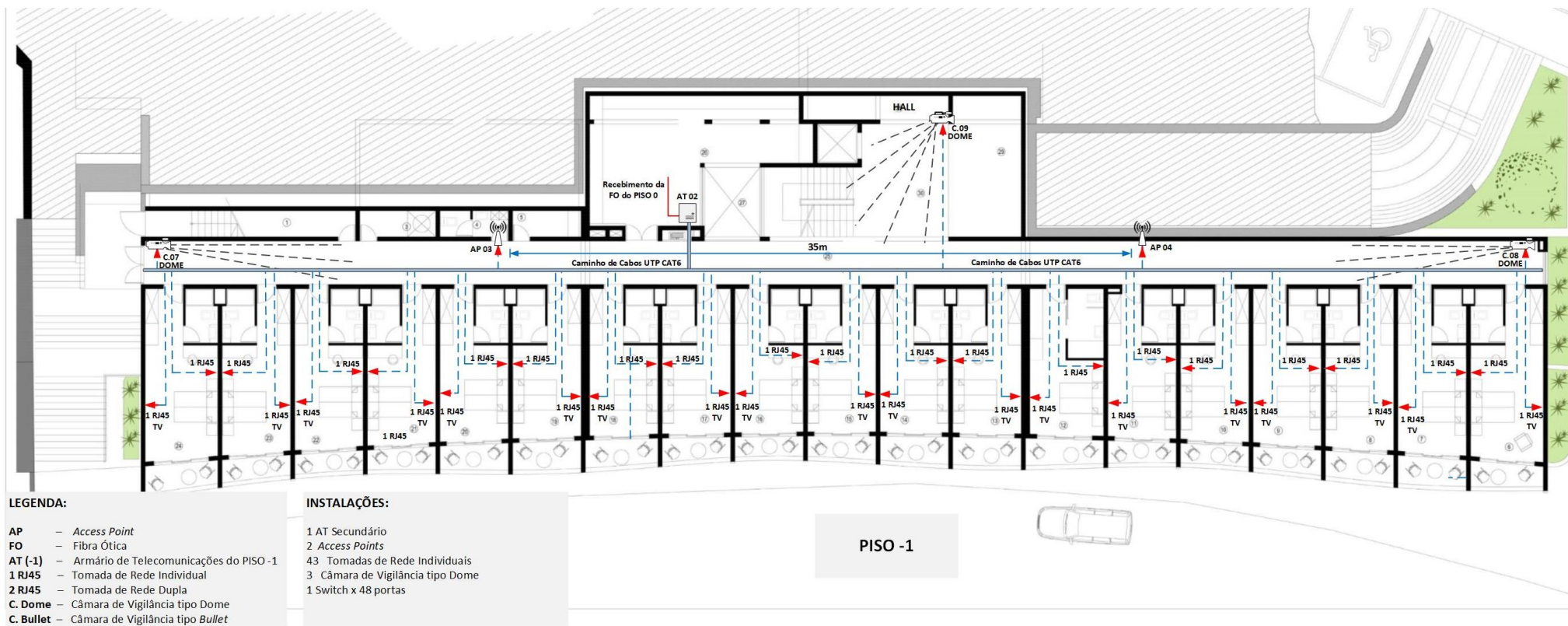
Torres, Gabriel (2001). *Redes de Computadores Curso Completo*. Brasil: Axcel Books do Brasil Editora, Ltda.

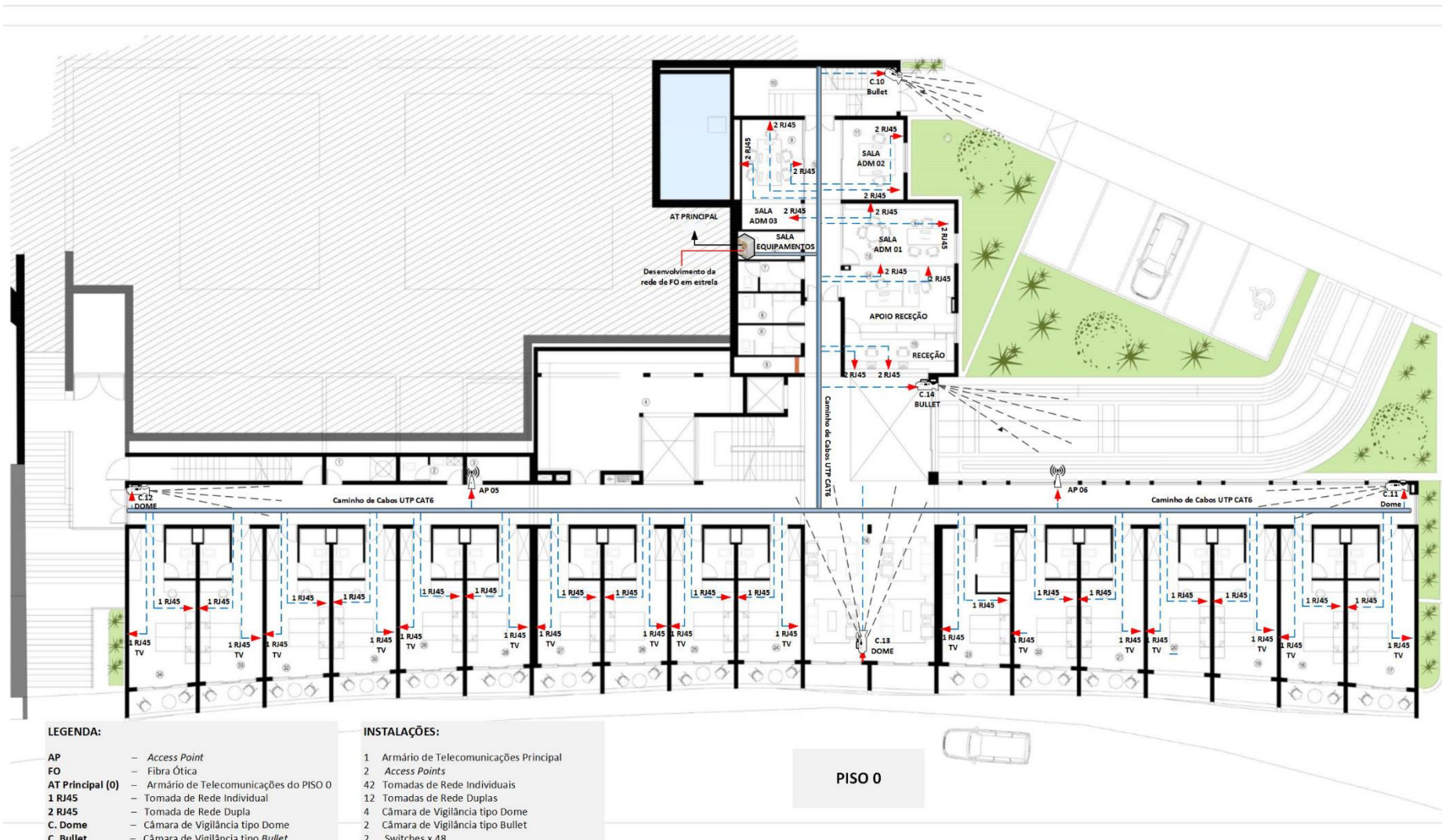
IntelBrasBR (2017). *Webinar: como montar uma rede Wi-Fi empresarial*. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ICBWftjabTg&t=1898s>> Consultado em: 3 de Dezembro de 2019.

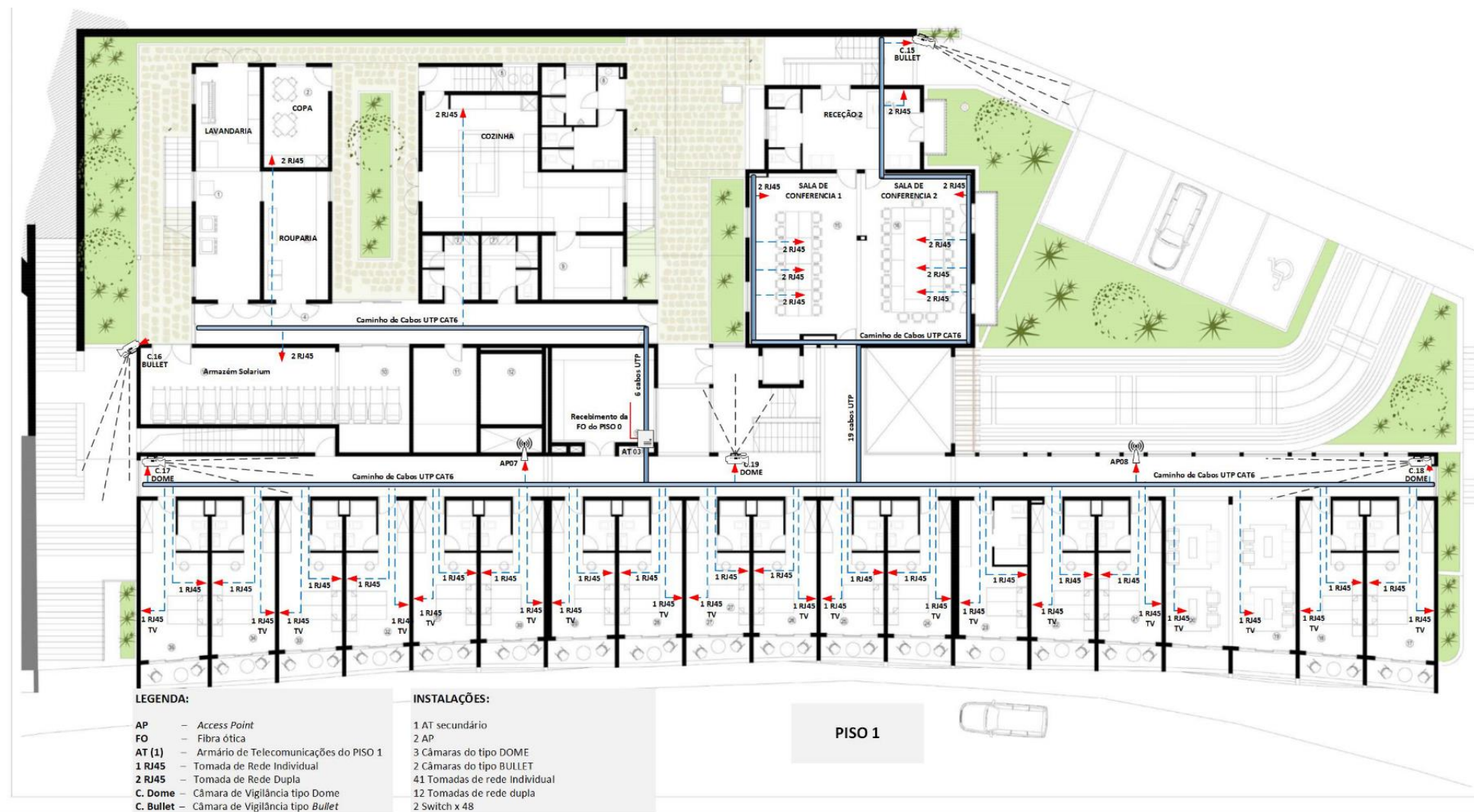
APÊNDICES

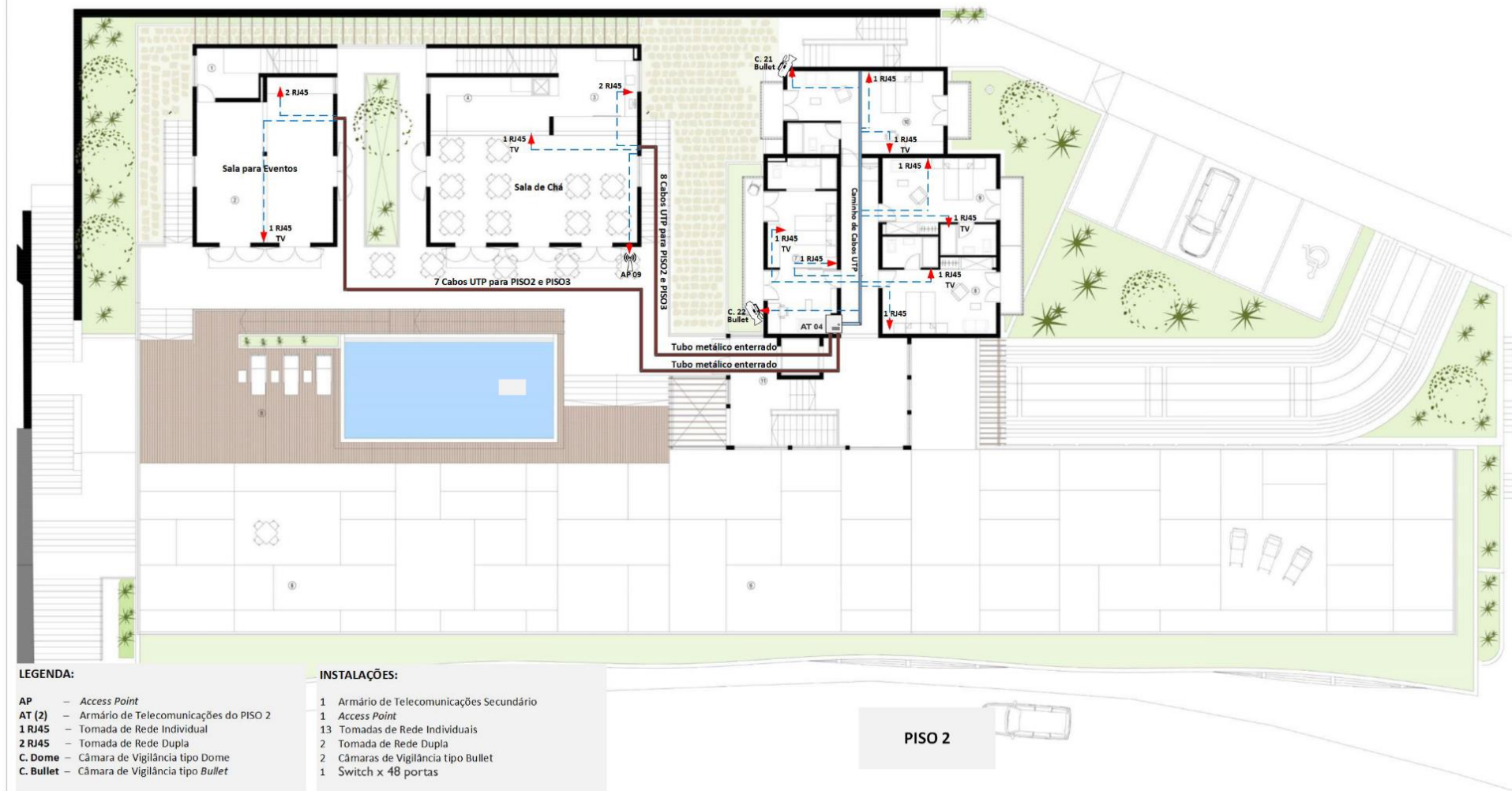
APÊNDICE A - *Layouts* da implementação Física da rede projetada ao longo dos pisos da Unidade Hoteleira, Maria do Carmo.

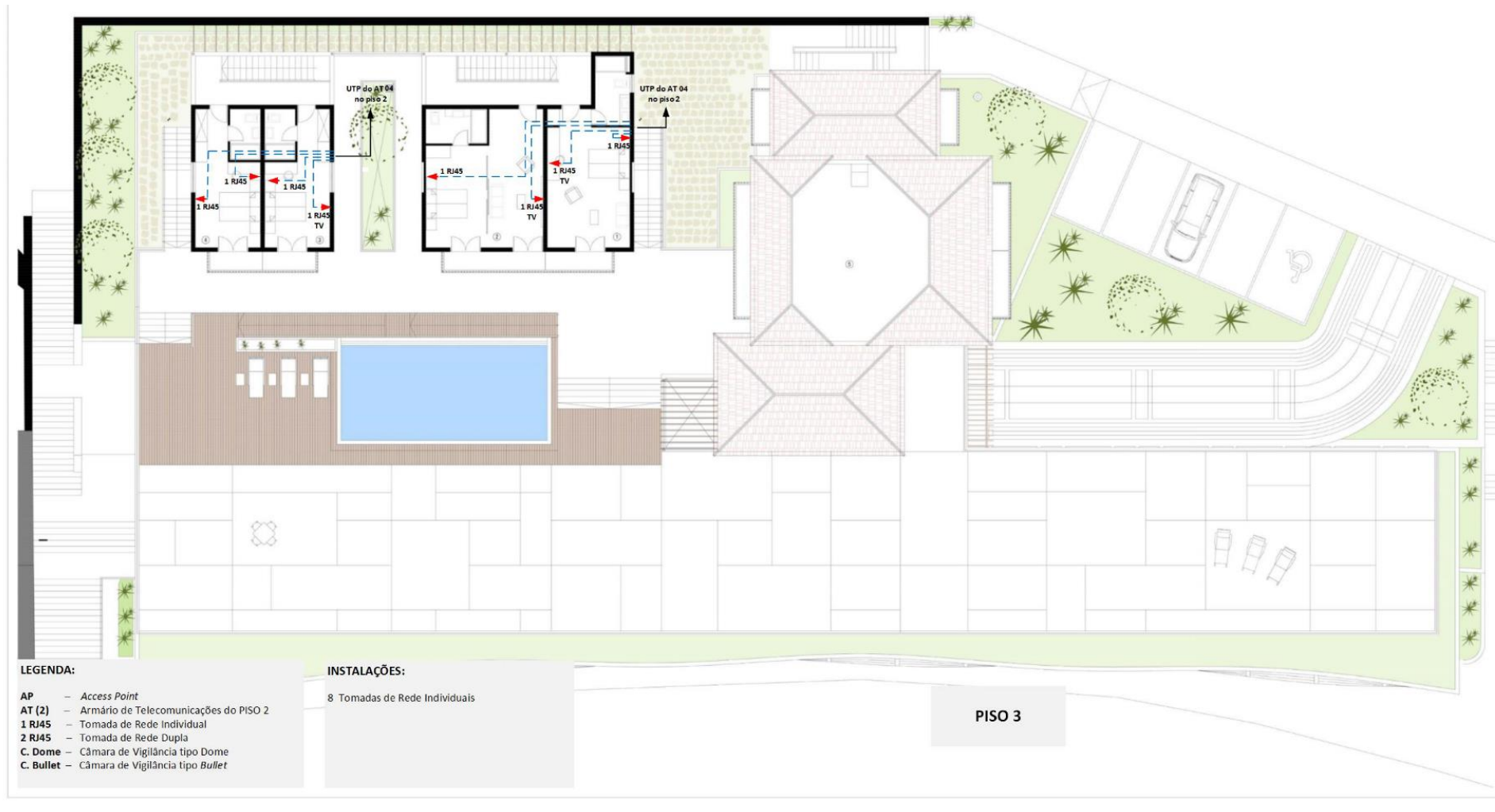












APÊNDICE B – ORÇAMENTO

Componentes	Quantidade	Preço Unit.	Total
Aruba 230G Switch 48 portas (J9853A)	7	391.614,14 ECV	2.349.684,84 ECV
Aruba 3810M 16 SFP+ Switch	1	1.139.170,31 ECV	1.139.170,31 ECV
Firewall Fortigate 100D serie	1	102.714,33 ECV	102.714,33 ECV
Aruba Enterprise Access Point 303	9	25.420,91 ECV	228.788,19 ECV
Cisco Unified IP Phone 6945	68	8.399,95 ECV	571.196,6 ECV
Telefones IP Cisco CP-8865-K9	2	21.220,93 ECV	42.441,86 ECV
<i>Digitus Patch Panel 19"48 RJ45 CAT6</i>	7	5.526 ECV	38.682 ECV
Digitus Tomada encastrável CAT6 2x RJ45	32	773,68 ECV	24.767 ECV
Tomadas de rede 1 x RJ45	161	326,84 ECV	52.621, 24 ECV
Bobina de cabos UTP Cat6 1000m	5	66.231 ECV	331.155 ECV
Wall mount Rack 19" RWD 15U	2	25.188,80 ECV	50.337,6 ECV
Wall mount Rack 19" RWD 20U	2	28.747,73 ECV	57.495,46 ECV
Rack de pavimento APC Netshelter 42U	1	263.266,91 ECV	263.266,91 ECV
Total	5.149.566 ECV		